Az MSZ EN 206 és MSZ 4798 betonszabványok összefüggései az MSZ EN 1992 tervezési szabványokkal

A BETONSZILÁRDSÁG ÉRTELMEZÉSE

DR. KAUSAY TIBOR
BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék

Magyar Mérnöki Kamara Tartószerkezeti Tagozat
Siófok, 2017. június 9.

Mottó: „A műszaki biztonság gazdasági tőkét jelent”

ÖSSZEFOGLALÁS

Valamely adott összetételű beton átlagos nyomószilárdságát a betonszabványok (az MSZ EN 206:2014 európai és az MSZ 4798:2016 magyar beton termékszabvány európait követő főszövegének) nyomószilárdsági megfelelőségi feltétele alapján értékelve, a beton nagy valószínűséggel legalább eggyel nagyobb nyomószilárdsági osztályúra (jelűre), azaz látszólag jobb minőségűre adódik, mint az ugyanolyan összetételű beton az (MSZ EN 1990:2011, MSZ EN 1992-1-1:2010, MSZ EN 1992-2:2010) „Eurocode 2” tervezési szabvány szerint értékelve.

Más szóval: A **nyomószilárdsági osztályú beton tartalmában általában kisebb átlagos szilárdságú a betonszabvány szerint, mint a tervezési szabvány szerint.**

Nem volt ez mindig így.

2004 előtt teljes összhang volt a magyar beton-termékszabvány (MSZ 4719:1982 és elődjei) és a szerkezetek (MSZ 15022:1986), a vízépítési műtárgyak (MSZ 15227:1980), a beton pályaburkolatok (MSZ-07-3212-3:1981) méretezési szabványának nyomószilárdság-felfogása között.

Ma az MSZ EN 206:2014, illetve az MSZ 4798:2016 betonszabvány főszövege szerinti betonból épülő magas- és mélyépítési betonszerkezetek vagy az MSZ EN 13877-2:2013 szabvány szerint készülő pályaburkolatok betonjának átlagos nyomószilárdsága minden bizonnyal kisebb, összetétele gyengébb, várhatóan kevésbé tartós, mint az ugyanolyan nyomószilárdsági osztályú (jelű) betonból 2004 előtt épült betonszerkezetek és pályaburkolatok betonjának átlagos nyomószilárdsága és tartóssága volt.

E kockázatos gyakorlattal szemben az új magyar MSZ 4798:2016 betonszabvány P melléklete lehetőséget ad az ugyanolyan nyomószilárdsági osztályú, de nagyobb átlagszilárdságú, a nyomószilárdságot – a 2004 előttit, és a mai Eurocode 2 szerintit megközelítő – nagyobb biztonsággal magában hordozó AC_{50}(H) minőségű beton alkalmazására.

Az ilyen beton jelében a nyomószilárdsági osztály jele után szerepel az AC_{50}(H) jel:

– AC_{50}(H)

Az új magyar MSZ 4798:2016 betonszabvány P melléklete szerinti, a beton megjelölésében szerepeltethető *$AC_{50}(H)$* jel az 50%-os elfogadási (átvételi) valószínűséghez tartozó elfogadási jellemző (acceptante characteristic) jele, amelyet az 50%-os elfogadási (átvételi) valószínűséghez tartozó OC-görbe (curve of operating characteristic) jelenít meg.

(Kausay Tibor „A beton nyomószilárdságának elfogadása" Vasbetonépítés. VIII. évfolyam. 2. szám. (2006/2) , p. 35-44. http://fib.bme.hu/folyoirat/vb/vb2006_2.pdf)

Hosser, D. – Gensel, D.: **Kritische Bewertung der Statistik beim Konformitätsnachweis der Betondrickfestikkeit nach prEN 206. TU Braunschweig, IBMB (Inst. F. Baustoffe, Massivbau und Brandschutz) Im Auftrag des Deutschen Beton-Verein E.V. Braunschweig, 1995.**

OC-görbe (Operating characteristic curve)

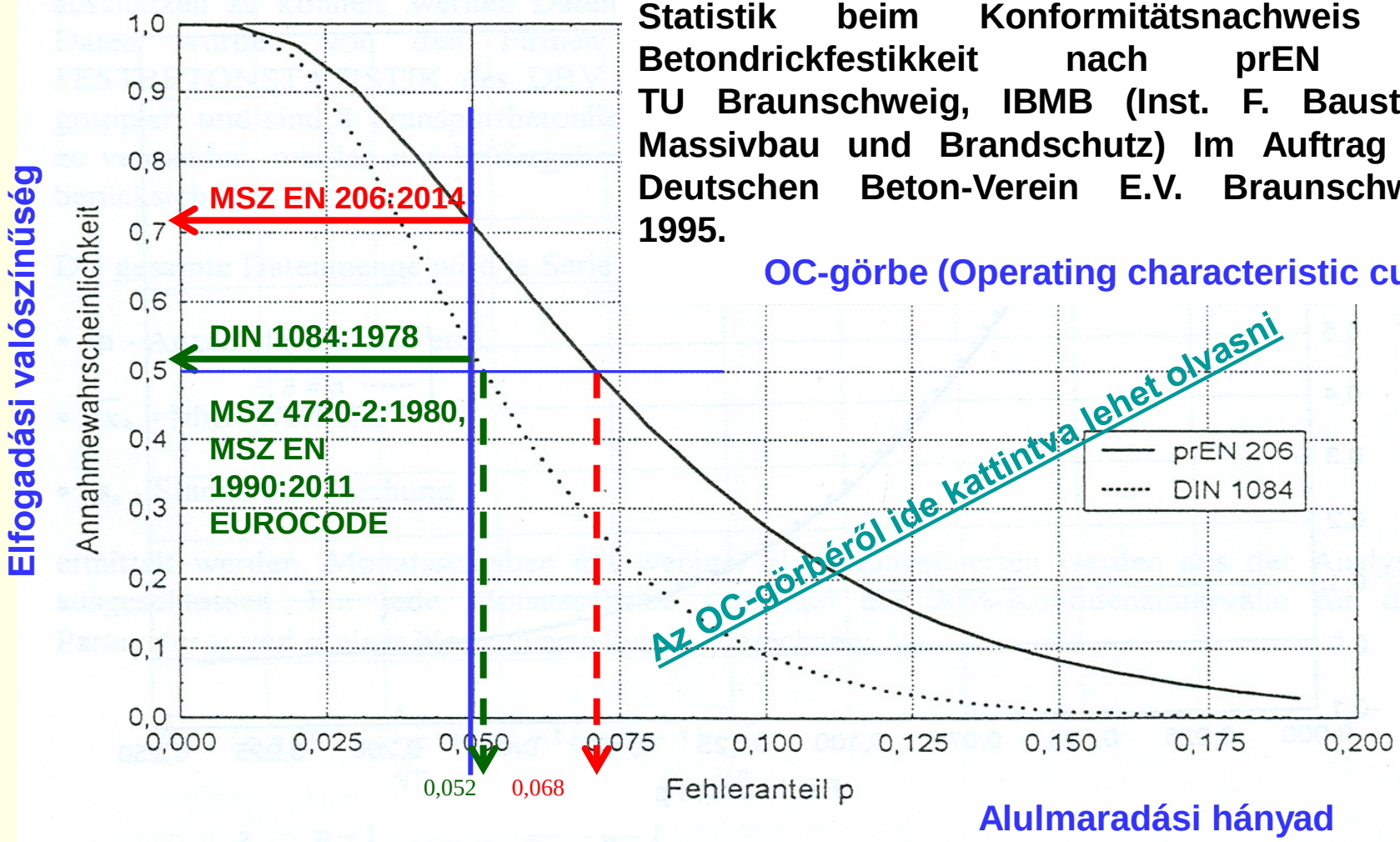


Bild 1: Annahmekennlinien zum Konformitätsnachweis nach prEN 206 und DIN 1084

Elfogadási jelleggörbe (OC-görbe) a megfelelőség igazolásához az EN 206, a DIN 1084 és az MSZ EN 1992-1-1 szabvány szerint

Spanyolországban a kormány 2008. július 18-án, 1247/2008 szám alatt, királyi rendelettel jóváhagyott, a betonok méretezésére vonatkozó rendeletet alkotott, amely szerint az átvevő kockázata nem lehet több, mint mintegy 50%.

BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO

AÑO CCCXLVIII • VIERNES 22 DE AGOSTO DE 2008 • SUPLEMENTO DEL NÚMERO 203

ESTE SUPLEMENTO CONSTA DE DOS FASCÍCULOS FASCÍCULO PRIMERO

MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA

14167 *REAL DECRETO 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).*

INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL (EHE-08)

MINISTERIO
DE LA PRESIDENCIA

ÁLLAMI KÖZLÖNY

ÉV CCCXLVIII · 2008. AUGUSZTUS 22. PÉNTEK · 203. SZÁM MELLÉKLETE

A MELLÉKLET KÉT FÜZETBŐL ÁLL ELSŐ FÜZET

ELNÖKSÉGI MINISZTÉRIUM

14167 *1247/2008. július 18-i KIRÁLYI RENDELET, amely jóváhagyja a szerkezeti betonra vonatkozó előírásokat (EHE-08).*

SZERKEZETI BETONRA VONATKOZÓ ELŐÍRÁSOK (EHE 08)

ELNÖKSÉGI
MINISZTÉRIUM

5. A minőségjelzések speciális feltételei (a spanyol rendeletben)

A melléklet 4. bekezdésében előírt általános feltételek mellett a jelen előírás néhány speciális feltételt is meghatároz, amelyeknél figyelembe kell venni a minőségjelzéseket, hogy a hatáskörrel rendelkező hatóság hivatalosan elfogadja ezeket.

5.1. Beton

A beton minőségjelzésének:

– Garantizar que el riesgo del consumidor, entendido como la probabilidad de aceptar un lote defectuoso, para la resistencia especificada del hormigón deberá ser inferior al 45%.

- biztosítania kell, hogy a fogyasztó kockázata a beton meghatározott szilárdságával kapcsolatban, vagyis annak lehetősége, hogy hibás tételt fogad el, kevesebb, mint 45%.

Ezt a spanyol rendelkezést a CEN az MSZ EN 206:2014 szabványban tudomásul vette.

Annex J
(informative)

Deviation to accommodate a notified Spanish Regulation

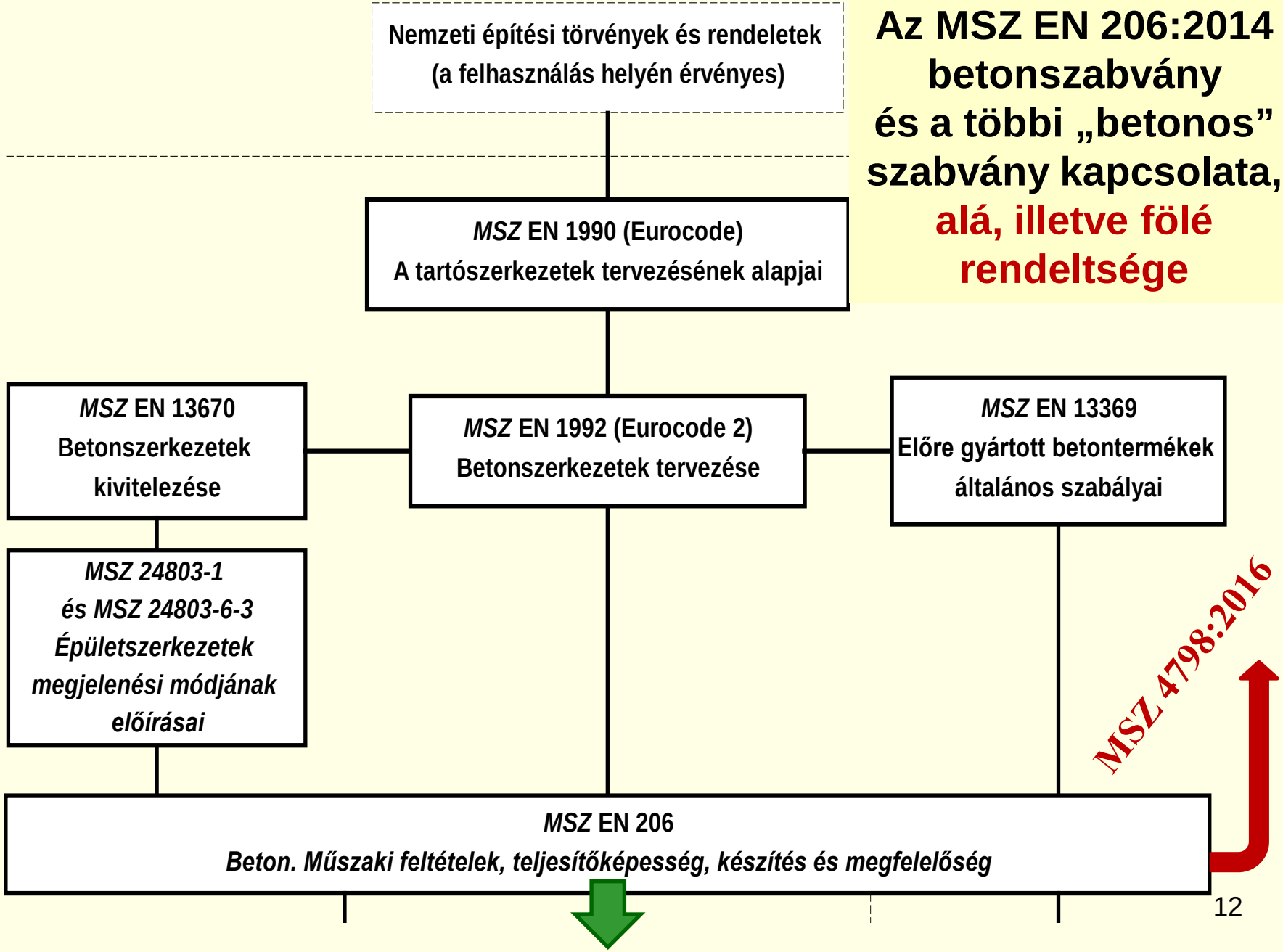
(1) In the mandatory Spanish Regulation (Instrucción de Hormigón Estructural (in English: Structural Concrete Code), approved 18 July 2008 by Royal Decree 1247/2008), there is the requirement for the consumer risk to be not greater than 50 % where the population in the assessment period has exactly 5 % of all possible results below the characteristic strength. Alteration of this national regulation is outside of the competence of CEN/CENELEC members. For the application of EN 206 in Spain, the national regulation remains valid and Spain is free to use higher coefficients in formulation presented in section 8.2.1.3.2 (method B).

J függelék
(tájékoztatás)

Eltérés egy közzétett spanyol rendelet alkalmazásához

(1) Az „Instrucción de Hormigón Estructural” (Szabályok betonok méretezésére beton tartószerkezetekben) rendelkező spanyol előírás, amelyet 2008. július 18-án a 1247/2008. számú Királyi Rendelettel hagytak jóvá, tartalmazza azt a követelményt, hogy az átvevő kockázata legfeljebb 50%-os lehet, ha az értékelési időszak alatt az összes lehetséges eredmény alapsokaságának 5%-a a jellemző szilárdsági érték alatt van. Ennek a nemzeti szabályozásnak a megváltoztatása nem tartozik a CEN/CENELEC tagok hatáskörébe. Az EN 206 spanyolországi alkalmazása vonatkozásában továbbra is érvényes ez a nemzeti előírás, és ott magasabb együtthatók használata engedélyezett a 8.2.1.3.2. szakasz (B módszer) szerinti számításokban.

Az MSZ EN 206:2014 betonszabvány és a többi „betonos” szabvány kapcsolata, alá, illetve fölé rendeltsége



BETONOPUS Bt.
Betontechnológiai és Kőzetalkalmazástani Mérnökiroda Betéti Társaság

1093 Budapest, Közraktár u. 24.
betonopu@t-online.hu

Üzenetrögzítős telefon: 1-217-4165
http://www.betonopus.hu

Rendelet alkotásra nálunk is született javaslat 2017. február 9-én.

MINISZTERELNÖKSÉG

LÁZÁR JÁNOS ÚR,
Miniszterelnökséget vezető miniszter részére

1357 Budapest, Postafiók 6.

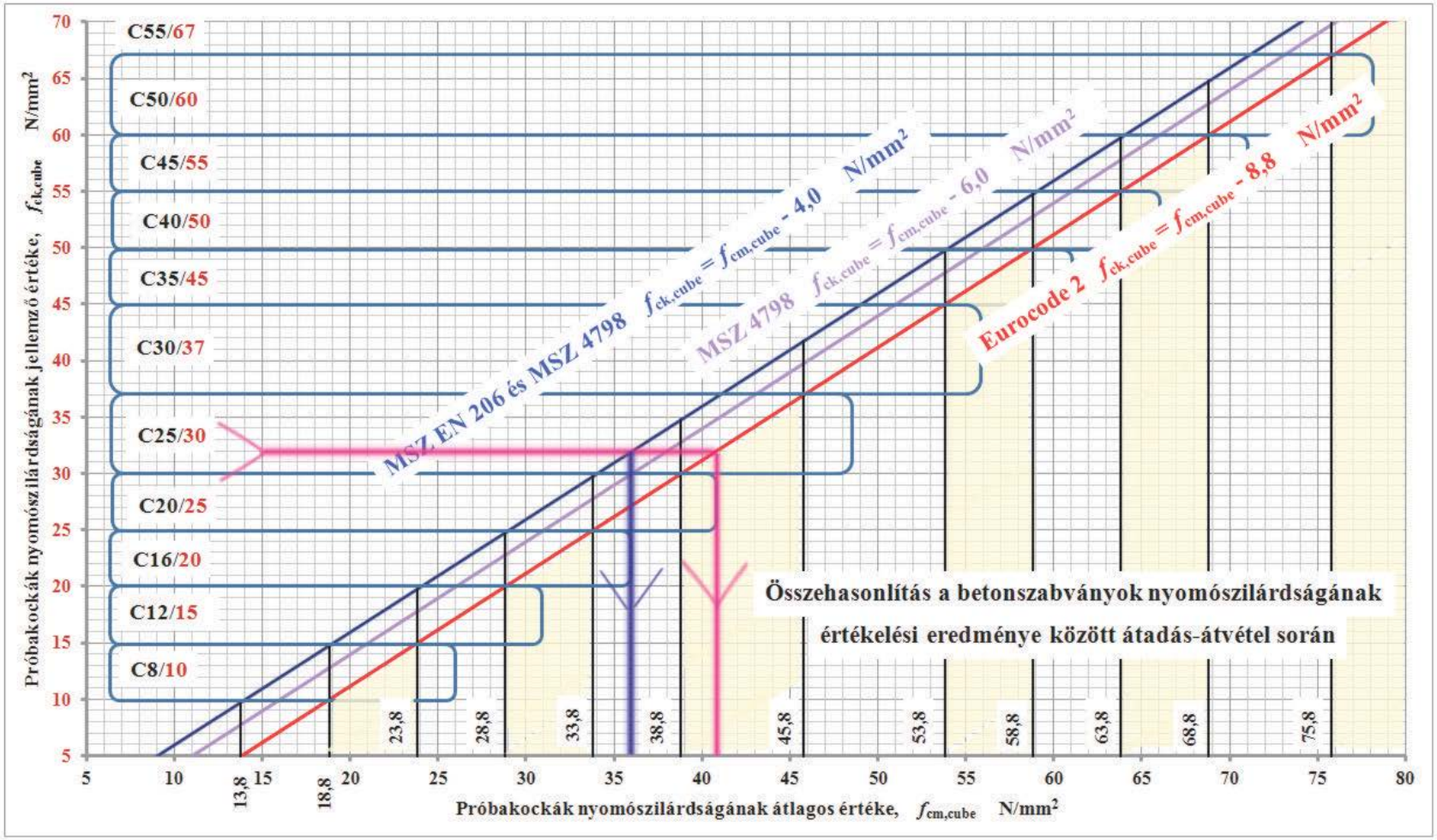
Tárgy: Felterjesztés építésügyi rendelet alkotására

Tisztelt Lázár János Miniszter Úr!

Kérem, hogy beton és vasbeton szerkezeteink biztonsága és tartóssága érdekében építésügyi rendeletet alkotni szíveskedjenek.

A rendelet javasolt szövege a következő:

„Beton, vasbeton, feszített vasbeton építményt (épületet, közművet, műtárgyat, ipari, közlekedési, vízépítési és mezőgazdasági létesítményt, pályaszerkezetet stb.), illetve szerkezeti elemet – az építmény kellő biztonsága és tartóssága érdekében – csak olyan betonból (transzportbetonból vagy helyszínen kevert betonból) vagy előregyártott elemből szabad készíteni, amely esetén a beton szilárdságával kapcsolatban a vevő (megrendelő, felhasználó, kivitelező) kockázata, vagyis annak lehetősége, hogy hibás tételt fogad el és épít be az építménybe, legfeljebb 50%, más szóval a szilárdság elfogadási valószínűsége legfeljebb 50%.



A beton összetételét az átlagos nyomószilárdság alapján tervezik.
Így az EN 206 szerint és az MSZ 4798:2016 szabvány szerint megfelelő betonnak kisebb lehet az átlagos nyomószilárdsága, ezért nagyobb lehet a víz-cement tényezője, kisebb lehet a cementtartalma stb., mint az Eurocode szerint megfelelő betonnak.
Más szóval nem kizárt, hogy az EN 206 és az MSZ 4798:2016 szerint megfelelő beton cementköve az ugyan olyan jelű, de az Eurocode szerint megfelelő betonénál porózusabb, kisebb szilárdságú, azaz gyengébb minőségű.

Az AC_{50}(H) minőségű (elfogadási valószínűségi) beton alkalmazásának indokoltsága

Részletek

2016. április

MAGYAR SZABVÁNY

MSZ 4798

Beton. Műszaki követelmények, tulajdonságok, készítés és megfelelőség, valamint az EN 206 alkalmazási feltételei Magyarországon

ICS 91.100.30

Hivatkozási szám: MSZ 4798:2016

© MAGYAR SZABVÁNYÜGYI TESTÜLET

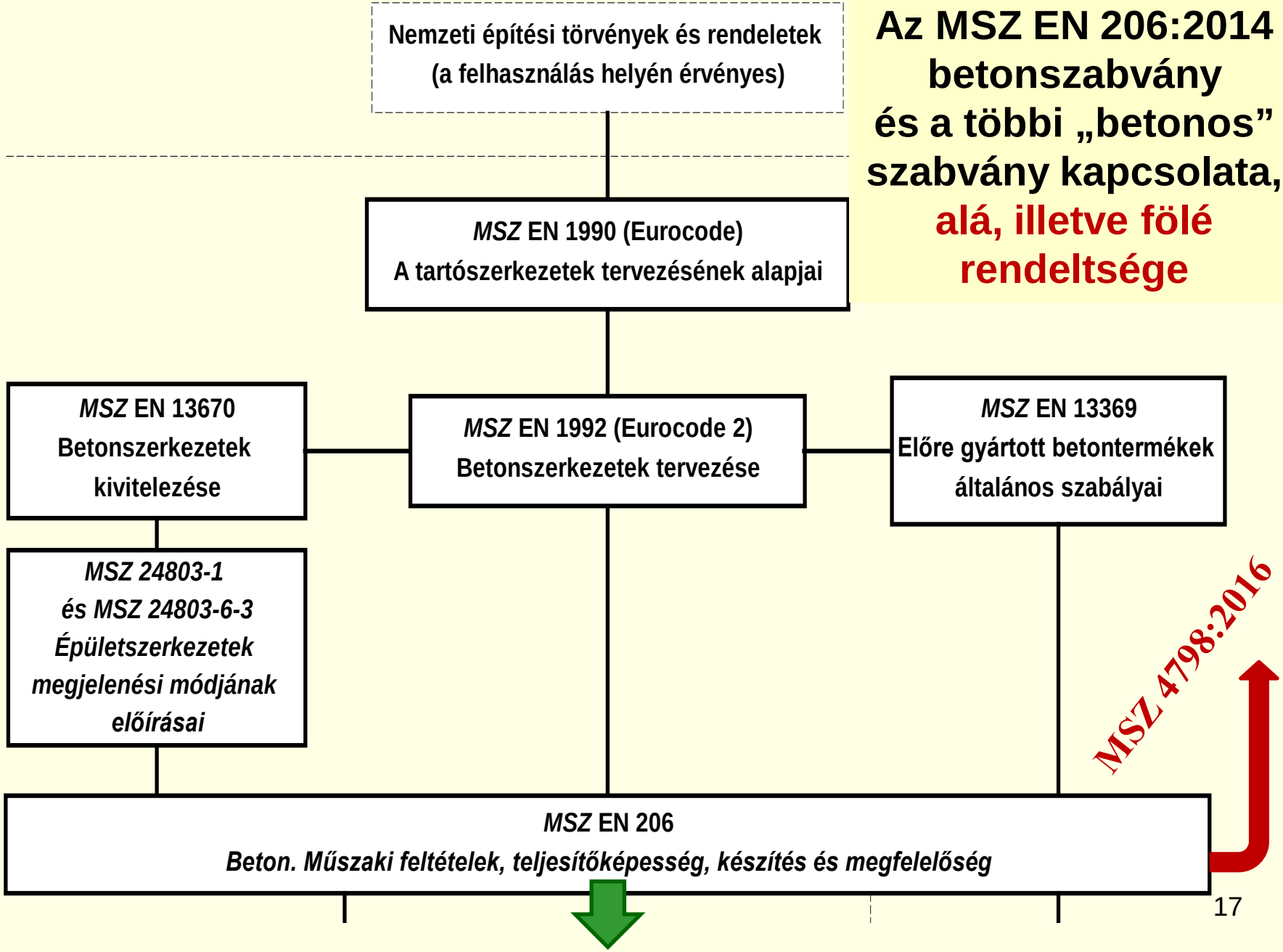
(172 oldal)

A szabvány a betonra mint termékre vonatkozik, és nem vonatkozik a szerkezetbe beépített betonra.

(9) Ez a szabvány az út- és térburkolatok betonjára csak akkor vonatkozik, ha az érvényben lévő útügyi műszaki előírás erre a szabványra hivatkozik.

(10) E szabvány az előregyártott beton-, és vasbeton elemek betonjára csak akkor vonatkozik, ha az érvényben lévő termék-, és tervezési szabványok erre a szabványra hivatkoznak. Az előre gyártott termékek, szerkezetek és az előre gyártott szerkezeti elemek a vonatkozó termékszabványok követelményeinek feleljenek meg.

Az MSZ EN 206:2014 betonszabvány és a többi „betonos” szabvány kapcsolata, alá, illetve fölé rendeltsége



Az MSZ EN 206:2014 betonszabvány és a többi „betonos” szabvány kapcsolata (az előző ábra folytatása)

***MSZ* EN 206**
Beton. Műszaki feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelőség

***MSZ* EN 197-1 és *MSZ* EN 197-2**
Cement

MSZ 4737-1 és MSZ 4737-2
Különleges cementek

***MSZ* EN 1008**
Keverővíz betonhoz

***MSZ* EN 12620**
Kőanyaghalmazok (adalékanyagok) betonhoz

***MSZ* EN 450**
Pernye betonhoz

***MSZ* EN 13263**
Szilikapor betonhoz

***MSZ* EN 15167**
Őrölt, granulált kohósalak betonban, ha-barcsban és injektálóhabarcsban való felhasználásra

***MSZ* EN 13055**
Könnyű kőanyaghalmazok

***MSZ* EN 934-1 és *MSZ* EN 934-2**
Adalékszerek betonhoz, habarcshoz és injektálóhabarcshoz

***MSZ* EN 14889**
Szálak betonhoz

***MSZ* EN 12878**
Pigmentek cement és/vagy mészalapú építőanyagok színezésére

***MSZ* EN 12350**
A friss beton vizsgálat

***MSZ* EN 12390**
A megszilárdult beton vizsgálata

***MSZ* EN 13791**
Betonszerkezetek és előre gyártott betonelemek helyszíni nyomószilárdságának becslése

***MSZ* EN 12504**
A beton vizsgálata szerkezetekben

Nem tárgya az MSZ EN 206 és az MSZ 4798 szabványnak

Az Európai Parlament és az EU Tanácsa építési termékek forgalmazására vonatkozó harmonizált feltételek megállapításáról szóló 2011. március 9-i 305/2011/EU rendeletének I. melléklete szerint

az építménynek mind egészükben, mind különálló részeikben meg kell felelniük a rendeltetés szerinti használhatóság következő alapvető követelményeinek:

1. **Mechanikai szilárdság és állékonyság;**
2. **Tűzbiztonság;**
3. **Higiénia, az egészség- és a környezetvédelem;**
4. **Biztonságos használat és akadálymentesség;**
5. **Zajvédelem;**
6. **Energiatakarékosság és hővédelem;**
7. **Természeti erőforrások fenntartható használata.**

Az építményekre vonatkozó alapvető követelményeket az építési termékek forgalmazására vonatkozó harmonizált feltételek megállapításáról szóló 305/2011/EU rendelet (CPR = Construction Products Regulation = Építési termék rendelet) I. melléklete részletezi, a szilárdságra nézve így:

„1. Mechanikai szilárdság és állékonyság

Az építményeket úgy kell tervezni és megvalósítani, hogy a megvalósítás és a használat során várhatóan fellépő terhek ne eredményezzék a következő jelenségek egyikét sem:

a) az egész építménynek vagy az építmény egy részének összeomlása;

b) megengedhetetlen mértékű, jelentős alakváltozás;

c) az építmény más részeinek, illetve szerelvényeinek vagy beépített berendezéseinek károsodása az épület teherhordó szerkezetének jelentős alakváltozása miatt;

d) a kiváltó okhoz képest túlzott mértékű károsodás.”

A magyar országos településrendezési és építési követelményekről (OTÉK) szóló 253/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet IV. Fejezete 50. § (3) bekezdése szerint

„Az építménynek meg kell felelnie a rendeltetési célja szerint

***a)* az állékonyság és a mechanikai szilárdság,**

***b)* a tűzbiztonság,**

***c)* a higiénia, az egészség- és a környezetvédelem,**

***d)* a biztonságos használat és akadálymentesség,**

***e)* a zaj és rezgés elleni védelem,**

***f)* az energiatakarékosság és hővédelem,**

***g)* az élet- és vagyonvédelem, valamint**

***h)* a természeti erőforrások fenntartható használata**

alapvető követelményeinek, és a tervezési programban részletezett előírásoknak.”

Az MSZ EN 1990:2011 „Eurocode: A tartószerkezetek tervezésének alapjai” című szabvány előszava szerint az Eurocode-okat az EU és az EFTA (Európai Szabadkereskedelmi Társulás) tagállamainak egyetértésével az „épületek és más építőmérnöki szerkezetek esetén a 89/106/EEC irányelv (ma 305/2011/EU rendelet) szerinti alapvető követelmények – különösen az

1. számú alapvető követelmény: Mechanikai szilárdság és stabilitás, és a

2. számú alapvető követelmény: Tűzhatással szembeni biztonság

– teljesülésének igazolására” alkalmazzák.

„… az Eurocode-okkal kapcsolatos munka során felmerülő műszaki szempontokat a CEN műszaki bizottságainak és/vagy az EOTA (Műszaki Engedélyeket, ma Európai Műszaki Értékeléseket Jóváhagyó Európai Szervezet) termékszabványok kidolgozásával foglalkozó munkacsoportjainak megfelelő módon figyelembe kell venniük annak érdekében, hogy ezek a műszaki előírások (EN-ek és ETA-k) teljes mértékben összhangban legyenek az Eurocode-okkal.”

Ez nyilvánvalóan kimondatlanul is vonatkozik a nemzeti szabványosítási műszaki bizottságok munkájára, illetve a nemzeti szabványokra, nemzeti alkalmazási dokumentumokra is; tehát, hogy a nemzeti szabványok, NAD-ok összhangban kell legyenek az Eurocode-okkal.

Az MSZ EN 1990:2011 Eurocode szabvány 2.1. szakasza szerint alapvető követelmény:

(1)P A tartószerkezeteket úgy kell megtervezni és megvalósítani, hogy az előirányzott élettartamuk során kellő megbízhatósággal és gazdaságosan

- **viseljék a kivitelezés és a használat során várhatóan fellépő összes hatást, és legyenek alkalmasak az előirányzott használatra ► tervezési élettartam.**

(2)P A tartószerkezeteket úgy kell továbbá megtervezni, hogy azok

- **teherbírása ► nyomószilárdsági osztály,**
- **használhatósága és**
- **tartóssága ► környezeti osztály**

megfelelő legyen.

(6) Az alapvető követelményeket általában

- **az anyagok alkalmas megválasztásával,**
- **megfelelő tervezéssel és szerkesztési szabályok alkalmazásával,**
- **a tervezés, a gyártás, a kivitelezés és a használat során az adott építési feladat szempontjainak figyelembevételével előírt ellenőrzési eljárások alkalmazásával**

kell kielégíteni.

Az új magyar MSZ 4798:2016 betonszabvány P melléklete szerint az EUROCODE 2 szabványnak megfelelő beton megjelölése például:

BETON JELE

C40/50 – AC_{50}(H) – XF4(H) – XA5(H) – XV3(H) – 32 – F4 – CEM I 42,5 N – SR 0 – Metakaolin – 100 év – MSZ 4798

C40/50 – AC_{50}(H) – XF4(H) – XA5(H) – XV3(H) – 32 – F4 – CEM I 42,5 N – SR 0 – Metakaolin – 100 év – MSZ 4798

C40/50 – AC_{50}(H) – beton nyomószilárdsági osztályának jele ◄;

C40/50 56 napos – ha a beton a nyomószilárdsági osztály meghatározásakor nem 28 napos

LC35/38 – könnyűbeton nyomószilárdsági osztályának jele;

D1,8 – könnyűbeton testsűrűségi osztályának jele;

bazalt zúzottkő – adalékanyag megnevezése, ha nem homokos kavics;

XF4(H) – XA5(H) – XV3(H) – környezeti osztályok jele ◄;

32 – adalékanyag legnagyobb szemnagysága, mm ◄;

F4 – friss beton konzisztencia osztályának jele ◄;

Cl0,10 – cementtartalomra vonatkozó megengedett kloridtartalmat, ha nem 0,20 tömeg%, például feszített vasbeton szerkezet betonja esetén;

CEM I 42,5 N – SR 0 – cement jele, ha a tervező előírja ◄;

Metakaolin – kiegészítőanyag megnevezése, ha a tervező előírja ◄;

100 év – tervezési élettartam, ha nem 50 év ◄;

MSZ 4798 szabvány jele

Megadható az adalékanyag szemmegoszlási görbéjének jele és finomsági modulusa is.

Egyszerű példa a beton jelére

Nyomó-szilárd-ági osztály	Kör-nyezeti osztály	Leg-nagyobb szem-nagyság, mm	Konzisz-tencia	Tervezési élet-tartam	Szabvány száma
C30/37 AC_{50}(H)	– XC3	– 24	– F3	– 100 év	– MSZ 4798

C30/37 ⇒ C $f_{ck,cyl}$ / $f_{ck,cube}$

$f_{ck,cyl}$ a 28 napos korú, sablonban készített, végig víz alatt tárolt Ø150×300 mm méretű próbahengerek nyomószilárdságának előírt jellemző (karakterisztikus) értéke, N/mm²

$f_{ck,cube}$ a 28 napos korú, sablonban készített, végig víz alatt tárolt 150 mm élhosszúságú próbakockák nyomószilárdságának előírt jellemző (karakterisztikus) értéke, N/mm²

A nyomószilárdsági osztály – és a nyomószilárdság előírt karakterisztikus (jellemző) értéke is – a még be nem épített betonból vett, sablonban készített, általában 28 napos, esetleg előzetes írásbeli megállapodás (az építmény megvalósítási szerződésében, a betontechnológiai utasításban, és a beton szállítólevelén) esetén 42 napos (pl. útépítési beton 🚫) vagy 56 napos korú (pl. tömegbeton) esetleg legfeljebb 90 napos korú (pl. nagyon lassú szilárdulású beton), végig víz alatt tárolt próbatesten mért nyomószilárdságra vonatkozik.

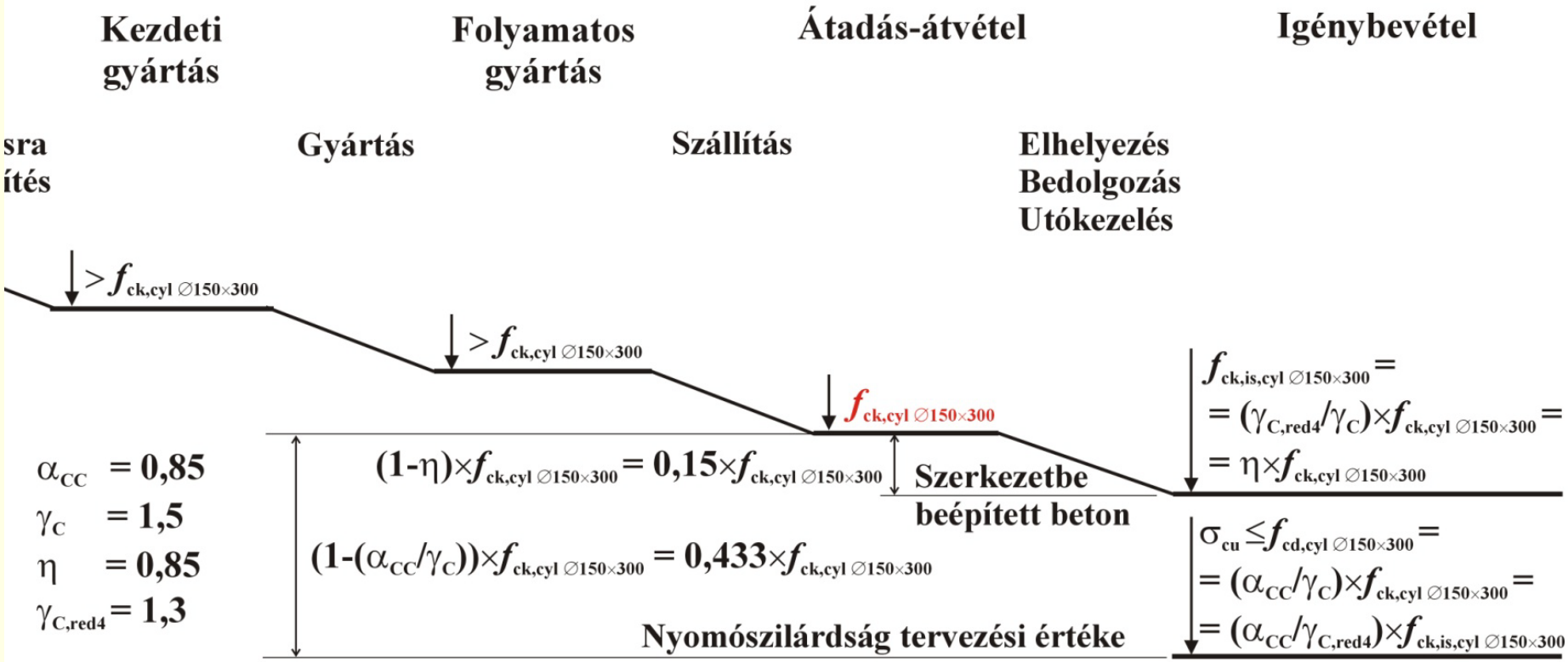
Ha a nyomószilárdsági osztállyal a 28 napostól eltérő korú beton nyomószilárdságát jellemzik, akkor ezt a beton jelében is fel kell tüntetni.

🚫 **A mai útépítési előírásokban már nem szerepel.**

Ebből az is következik, hogy

- **a 28 napos – esetleg ritkán legfeljebb 90 napos – kor után a megépült szerkezetből kifúrt magminták segítségével, vagy roncsolásmentes nyomószilárdság vizsgálatok eredményeiből**
  - **a) a beton nyomószilárdsági osztálya nem határozható meg,**
  - **b) és csak az adott korú beton $f_{ck,is,Ø150\times300,test}$ jellemző (karakterisztikus) értékét szabad kiszámítani, mert**
- **a 28 naposnál – esetleg ritkán legfeljebb 90 naposnál – idősebb betonnak nincs nyomószilárdsági osztálya.**

Ez célra is vezet, mert a 28 (esetleg ritkán legfeljebb 90) naposnál idősebb szerkezet teherhordóképességét az építménybe beépített beton adott korú nyomószilárdságának tapasztalati jellemző értéke ($f_{ck,is,Ø150\times300,test}$) alapján, a beton nyomószilárdság teherbírási tervezési értékéből ($f_{cd,Ø150\times300,test} = (\alpha_{CC}/\gamma_{C,red4})\times f_{ck,is,Ø150\times300,test}$), azt az igénybevételből a betonban ébredő nyomófeszültséggel (σ_{cu}) való összevetéssel ($f_{cd,Ø150\times300,test} \geq \sigma_{cu}$) – a nyomószilárdsági osztály meghatározása nélkül – meg lehet ítélni.



α_{cc} = tartós szilárdság tényezője
γ_c = biztonsági (parciális) tényező
η = beépített beton szilárdsági tényezője
$\gamma_{c,red4} = \eta\times\gamma_c$ = csökkentett biztonsági tényező
σ_{cu} = igénybevételből a betonban ébredő nyomófeszültség

Az összefüggések abban az esetben érvényesek, ha az alulmaradási tágasság a próbatestek számának (*Student*-tényezőnek) és a nyomószilárdság szórásának a függvénye (tehát nem egy konstans érték).

Beton útja a típusvizsgálattól (próbakeveréstől) a szerkezetbe építésig (igénybevételig), avagy a beton nyomószilárdsága előírt jellemző (karakterisztikus) értékének ($f_{ck,cyl\ \varnothing 150\times 300}$) változása a típusvizsgálat (próbakeverés) és a szerkezetbe építés (igénybevétel) között az MSZ EN 1992-1-1:2010 (Eurocode 2) és MSZ 4798:2016 szabvány szerint

Fontos előírás az is, hogy a 28 napos – vagy esetleg ritkán legfeljebb 90 napos – korúnál idősebb beton nyomószilárdságából a 28 napos nyomószilárdságra visszamenőleg következtetni vagy annak megfelelőségét utólag igazolni nem szabad.

Ilyen célra az *Arrhenius*-féle vagy más idő-egyenérték függvény sem alkalmazható!

(6) A t korú beton nyomószilárdsága függ a cement típusától, a hőmérséklettől és az utókezelés körülményeitől. Átlagos 20°C hőmérséklet és az EN 12390 szerinti utókezelés esetén a különböző korú betonok $f_{cm}(t)$ nyomószilárdsága a (3.1.) és a (3.2.) összefüggésekből becsülhető.

$$f_{cm}(t) = \beta_{cc}(t)\, f_{cm} \qquad (3.1.)$$

és

$$\beta_{cc}(t) = \exp\left\{ s\left[1 - \left(\frac{28}{t}\right)^{1/2}\right]\right\} \qquad (3.2.)$$

Arrhenius-féle összefüggés

MSZ EN 1992-1-1 Eurocode 2, 3.1.2. szakasz

Az MSZ EN 1992-1-1 Eurocode 2 szabványban olvasható:

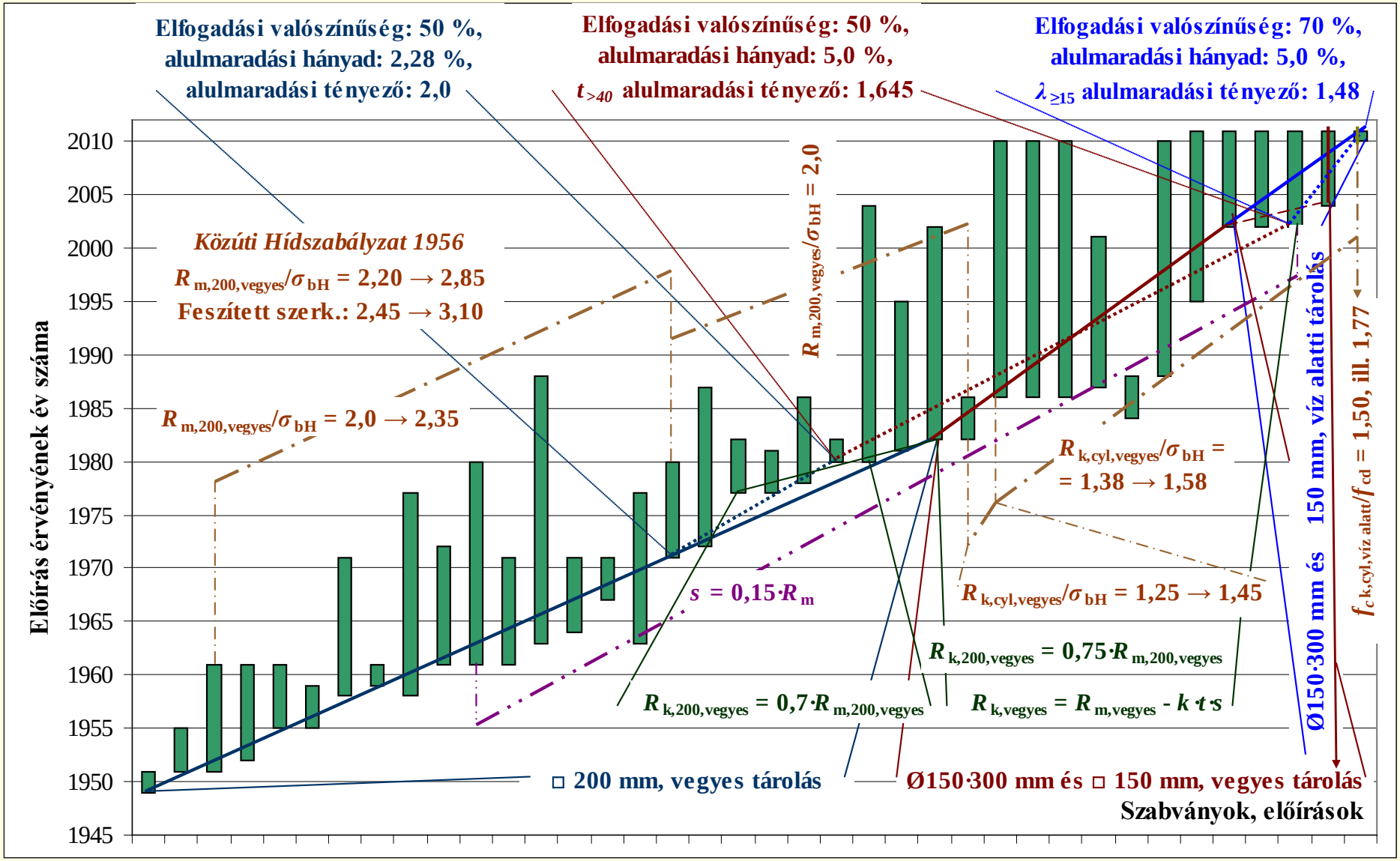
„Ha a beton nem felel meg a 28 napos nyomószilárdságára vonatkozó előírásoknak, akkor a (3.1.) és a (3.2.) összefüggések nem érvényesek.

Ezt a bekezdést általában nem szabad alkalmazni arra, hogy egy nem megfelelő referenciaszilárdság meglétét visszamenőlegesen, az utószilárdulás figyelembevételével igazoljanak.”

A tapasztalati nyomószilárdsági osztály meghatározásának nehézsége abból származik, hogy míg a **nyomószilárdság átlag értékét** (f_{cm}) laboratóriumi, esetleg helyszíni méréssel meg lehet határozni (mert fizikai, mechanikai tulajdonság), addig nyomószilárdság alulmaradási hányadhoz tartozó **jellemző (karakterisztikus) értékének** ($f_{ck} = f_{cm} - \Delta$) számítási módját szabványok, szabályzatok, műszaki előírások írják elő (mert gazdaságpolitikai sajátság),

ahol Δ az alulmaradási tágasság

– 1980 1980 – 2002 2002 –



A beton nyomószilárdsága jellemzésének változásai az utóbbi 65 évben

1977 előtt

a nyomószilárdságot 200 mm élhosszúságú próbakockákon vizsgáltuk, amelyeket vegyesen tároltuk.

A betont a nyomószilárdság átlagértékével minősítettük és jelöltük, kp/cm^2-ben. Példa a beton jelére: B 280.

A meg nem felelő tétel elfogadási valószínűsége: 50 %,

az alulmaradási hányad: 2,28 %,

az alulmaradási tényező értéke: 2,0 volt a $K_{átlag} = K_{küszöb}/(1 - 2\times s/K_{átlag}) \rightarrow K_{átlag} - 2\times s = K_{küszöb}$ összefüggésből.

(MSZ 4715:1961, MSZ 4715-4:1972, MSZ 4719:1958, MSZ 4720:1961, MSZ 15022-1:1971)

1977-1980 között

a nyomószilárdságot 200 mm élhosszúságú próbakockákon vizsgáltuk, amelyeket vegyesen tároltuk.

A betont a nyomószilárdság jellemző értékével minősítettük ($R_{k,200,vegyes}$ = 0,7×$R_{m,200,vegyes}$), de még átlagértékével jelöltük, kp/cm^2-ben. Például: B 280.

A meg nem felelő tétel elfogadási valószínűsége: 50 %,

az alulmaradási hányad: 2,28 %,

az alulmaradási tényező értéke: 2,0,

a relatív szórás (variációs tényező) értéke: 15 % volt.

(MSZ 4715-4:1972, MSZ 4719:1977, MSZ 4720:1961, MSZ 15022-1:1971)

1980-1982 között

a nyomószilárdságot 200 mm élhosszúságú próbakockákon vizsgáltuk, amelyeket vegyesen tároltuk.

A betont a nyomószilárdság jellemző értékével minősítettük ($R_{k,200,vegyes}$ = $\underline{0{,}75}\times R_{m,200,vegyes}$), de még átlagértékével jelöltük, kp/cm^2-ben. Például: B 280.

A meg nem felelő tétel elfogadási valószínűsége: 50 %,

az alulmaradási hányad: $\boxed{\underline{5{,}0\ \%}}$,

az alulmaradási (*Student*) tényező értéke t_n>40 esetén: $\boxed{\underline{1{,}645}}$,

a relatív szórás (variációs tényező) értéke: 15 % volt.

(MSZ 4715-4:1972, MSZ 4719:1977, MSZ 4720-2:1980, MSZ 15022-1:1971 M:1980)

1982-2002 között

a próbatestek 150 mm élhosszúságú kockák és Ø150×300 mm méretű hengerek voltak, amelyeket vegyesen tároltuk.

A betont a vegyesen tárolt Ø150×300 mm méretű hengerek nyomószilárdságának jellemző értékével kellett minősíteni és jelölni, N/mm^2-ben. Például: C 25.

A meg nem felelő tétel elfogadási valószínűsége: 50 %,

az alulmaradási hányad: 5,0 %,

az alulmaradási (*Student*) tényező értéke *t*n>40 esetén: 1,645,

a relatív szórás (variációs tényező) értéke: 15 % volt.

(MSZ 4715-4:1972, MSZ 4719:1982, MSZ 4720-2:1980, MSZ 15022-1:1971 M:1982)

2002 óta (amely az európai szabványok bevezetésének az éve)

a próbatestek 150 mm élhosszúságú kockák és Ø150×300 mm méretű hengerek, amelyeket végig víz alatt kell tárolni.

2004 óta a kockákat szabad vegyesen is tárolni.

A betont a végig víz alatt tárolt hengerek és kockák nyomószilárdságának jellemző értékével kell minősíteni és jelölni, N/mm^2-ben. Például: C20/25.

A meg nem felelő tétel elfogadási valószínűsége: 70 %,

az alulmaradási hányad: 5,0 %,

az alulmaradási (*Taerwe*) tényező értéke *n* = 15 esetén: 1,48.

(MSZ 15022-1:1986, MSZ EN 206-1:2002, MSZ EN 12390-2:2002, MSZ EN 12390-3:2002, *MSZ 4798-1:2004*)

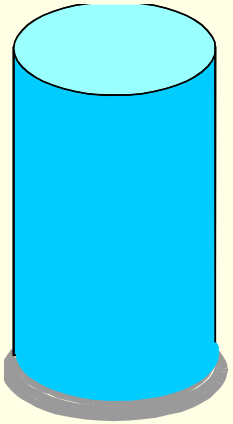
2014-ben

az MSZ EN 206-1:2002 szabványt az MSZ EN 206:2014 szabvány váltotta fel, és az MSZ 4798-1:2004 szabványt visszavonták.

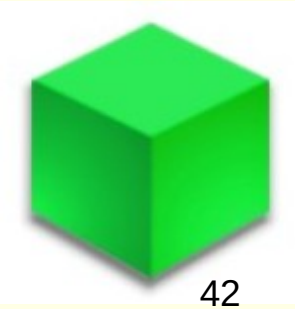
2016. április 1-én

érvényre lépett az MSZ 4798:2016 szabvány (NAD).

Az MSZ EN 206:2014 szabvány (elődjéhez hasonlóan) a 150 mm átmérőjű, 300 mm magas hengerek és a 150 mm élhosszúságú kockák végig víz alatti tárolása mellett *megengedi* a próbatestek *másféle tárolását* is.



Erre való hivatkozással az MSZ 4798:2016 szabványban (elődjéhez hasonlóan) megengedjük a 150 mm élhosszúságú kockák vegyes tárolását.



2005. augusztus

MAGYAR SZABVÁNY MSZ EN 1990

Eurocode: A tartószerkezetek tervezésének alapjai

4.2. Anyag- és termékjellemzők

(4)P Az anyagjellemzők értékeit előírt körülmények között elvégzett szabványosított vizsgálatok eredményeként kell meghatározni. Átszámítási tényezőt kell alkalmazni abban az esetben, ha a szabványosított vizsgálatok eredményét át kell számítani olyan értékké, amelyről feltételezhető, hogy a tartószerkezetben vagy a talajban lévő anyag vagy termék viselkedését jobban leírja.

és az átszámított vizsgálati eredményt kell az előírt értékkel összevetni

D7.2. A karakterisztikus értéken alapuló eljárás

(1) Az X jellemző tervezési értéke a következő összefüggéssel határozható meg:

$$X_d = \eta_d \frac{X_{k(n)}}{\gamma_m} = \frac{\eta_d}{\gamma_m} m_X \{1 - k_n V_X\} = \frac{\eta_d}{\gamma_m}(m_X - k_n \cdot s_X) \rightarrow X_d = f_{ck} \cdot \eta_d \quad \text{(D1.)}$$

pld. t_n = Student-tényező

ahol:

η_d az átszámítási tényező tervezési értéke.

γ_m az anyagjellemző parciális tényezője 4.2.(10)P

γ_M az anyagjellemző parciális tényezője, mely a számítási modell bizonytalanságait és a méreteltéréseket is figyelembe veszi 6.5.4. = 1,0

6.5.4. Az anyagok parciális tényezői

(1) Használhatósági határállapotok esetén az anyagjellemzőkre vonatkozó γ_M parciális tényezők értékét általában 1,0-re kell felvenni, kivéve, ha az EN 1992 – EN 1999 másként írja elő.

MSZ EN 1990:2005

6.3.3. Az anyag- vagy termékjellemzők tervezési értékei

(1) Az anyag- vagy termékjellemző X_d tervezési értéke a következő általános összefüggéssel határozható meg:

$$X_d = \eta \frac{X_k}{\gamma_m} \qquad (6.3.)$$

A vizsgálati eredményt kell a szabványos értékre átszámítani, és az átszámított vizsgálati eredményt kell az előírt értékkel összevetni.

ahol:

X_k az anyag- vagy termékjellemző karakterisztikus értéke (lásd a 4.2. szakasz (3) bekezdését);

η az átszámítási tényező várható értéke, mely

– a térfogati és méretbatást,

– a nedvességtartalom és a hőmérséklet hatását, és

– más, egyéb lényeges paramétereket

vesz figyelembe.

γ_m az anyag- vagy termékjellemző parciális tényezője, mely

– az anyag- vagy termékjellemző karakterisztikus értéktől való kedvezőtlen irányú eltérésének lehetőségét;

– az η átszámítási tényező véletlenszerű pontatlanságait

veszi figyelembe.

2005. augusztus

MAGYAR SZABVÁNY **MSZ EN 1990**

Eurocode: A tartószerkezetek tervezésének alapjai

$$E_d \leq R_d$$

ahol:

E_d az igénybevételek tervezési értéke, úgy kat tartalmazó vektormennyiség;

R_d a megfelelő ellenállás tervezési értéke.

6.3.5. Az ellenállás tervezési értéke

(1) Az ellenállás R_d tervezési értéke a következő

$$R_d = \frac{1}{\gamma_{Rd}} R\{X_{d,i}; a_d\} = \frac{1}{\gamma_{Rd}} R\left\{\eta_i \frac{X_{k,i}}{\gamma_{m,i}}; a_d\right\}$$

ahol:

a_d a geometriai jellemző tervezési értéke

γ_{Rd} az ellenállás parciális tényezője, mely az jellemzők bizonytalanságait veszi figyele 6.3.4. szakasz (2) bekezdését);

$X_{d,i}$ az *i*-edik anyagjellemző tervezési értéke.

A vizsgálati eredményt kell a szabványos értékre átszámítani, és az átszámított vizsgálati eredményt kell az előírt értékkel összevetni.

D7.2. A karakterisztikus értéken alapuló eljárás

(1) Az X jellemző tervezési értéke a következő összefüggéssel határozható meg:

$$X_d = \eta_d \frac{X_{k(n)}}{\gamma_m} = \frac{\eta_d}{\gamma_m} m_X\{1 - k_n V_X\} = \frac{\eta_d}{\gamma_m}(m_X - k_n \cdot s_X) \rightarrow X_d = f_{ok} \cdot \eta_d \quad \text{(D1.)}$$

$= 1{,}0$

pld. t_n = Student-tényező

ahol:

η_d az átszámítási tényező tervezési értéke.

Az MSZ 4798:2016 szabvány szerint a betonok megfelelőségét nyomószilárdságra általában 28 napos korú, 150 mm élhosszúságú próbakockák vizsgálatával ellenőrizzük, és a nyomószilárdság vizsgálati eredményt ($f_{ck,cube,test}$) a próbakockákra vonatkozó követelmény értékkel ($f_{ck,cube}$) vetjük össze:

$$f_{c,cube,test} \geq f_{c,cube}$$

Entsprechend [5] wird der Umrechnungsfaktor $k_{cyl/cube}$ für die Umrechnung zwischen Würfelproben mit 150 mm Kantenlänge und Zylinderproben mit 150 mm Durchmesser und 300 mm Höhe mit einem mittleren Wert für alle Festigkeitsklassen mit 0,82 gewählt:

$$\frac{f_{c,cyl}}{f_{c,cube150}} = k_{cyl/cube} = 0{,}82$$

víz alatt tárolt kocka és henger

mit:

$f_{c,cube150}$ Betondruckfestigkeit eines Würfels mit 150 mm Kantenlänge,

$f_{c,cube200}$ Betondruckfestigkeit eines Würfels mit 200 mm Kantenlänge,

$f_{c,cyl}$ Betondruckfestigkeit eines Zylinders (Ø/h = 150/300 mm).

Da die Lagerungsbedingungen in [12] weitestgehend der „Trockenlagerung" im nationalen Anhang von [8] entsprechen, kann der Umrechnungsfaktor k_L für Normalbeton entsprechend [6] festgelegt werden.

$$\frac{f_{c,cube150}}{f_{c,dry}} = k_L = 0{,}92$$

mit:

$f_{c,cube150}$ Betondruckfestigkeit eines Würfels mit 150 mm Kantenlänge bei 28-tägiger Lagerung unter Wasser,

$f_{c,dry}$ Betondruckfestigkeit eines Würfels mit 150 mm Kantenlänge bei Trockenlagerung.

Bei diesem Beitrag handelt es sich um einen wissenschaftlich begutachteten und freigegebenen Fachaufsatz („reviewed paper").

Hauptaufsatz

Umrechnung der Druckfestigkeit von zwischen 1943 und 1972 hergestellten Betonen auf charakteristische Werte

J. Schnell, M. Loch, N. Zhang

Band 85, Dezember 2010 Copyright Springer-VDI-Verlag GmbH & Co. KG, Düsseldorf Bauingenieur

[5] DIN EN 206–1:2001–07: Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Deutsche Fassung EN 206–1:2000.

[6] DIN 1045–2:2008–08: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton; Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Anwendungsregeln zu DIN EN 206–1.

[8] DIN EN 12390–2:2009–08: Prüfung von Festbeton – Teil 2: Herstellung und Lagerung von Probekörpern für Festigkeitsprüfungen; Deutsche Fassung EN 12390–2:2009.

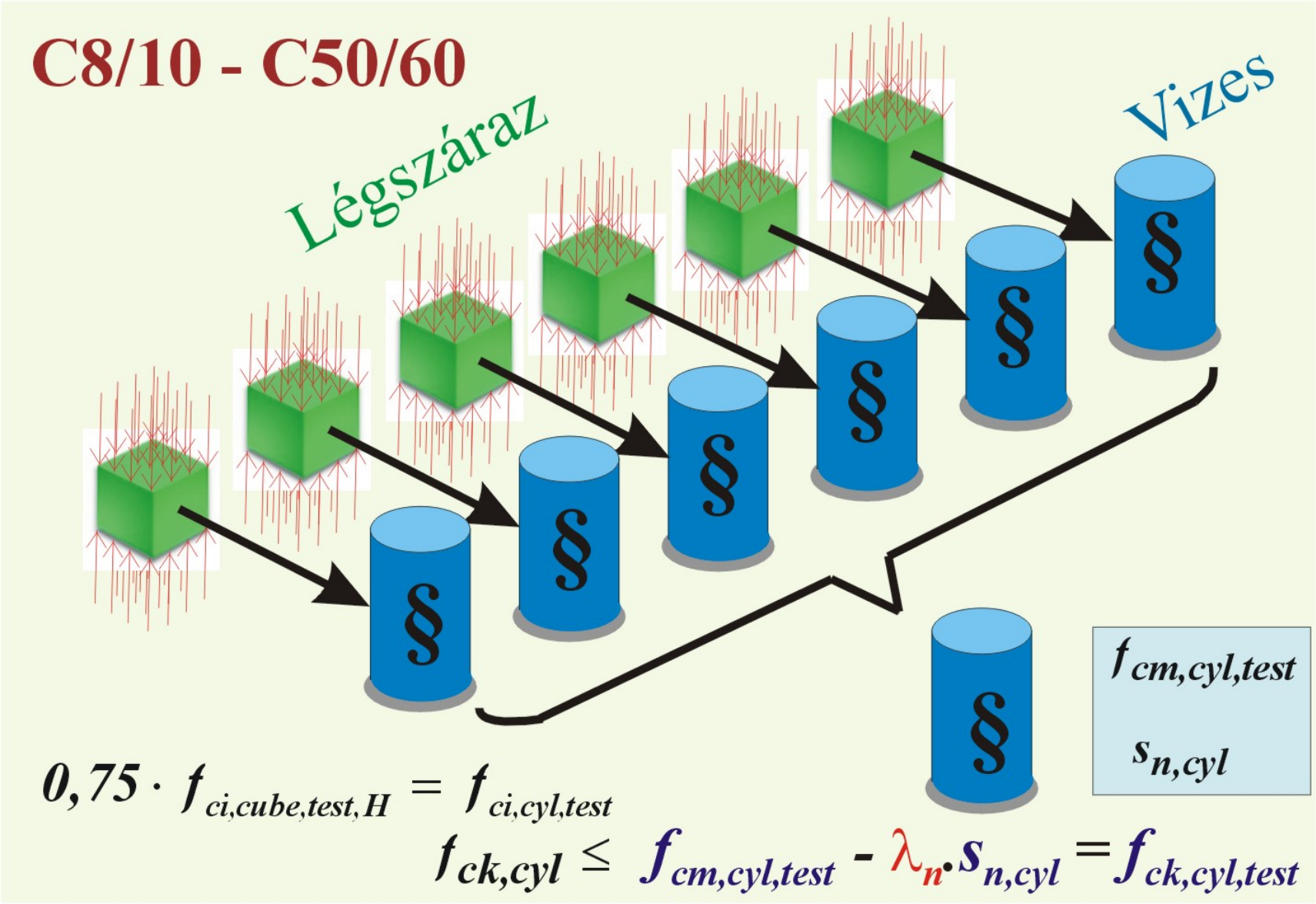
Lásd még: *Hilsdorf, H. K.*: „Beton". Beton-Kalender 1992., Teil I., p. 40.)

[12] DIN 1048:1943-x: Teil D – Bestimmungen für Betonprüfungen bei Ausführung von Bauwerken aus Beton und Stahlbeton.

0,82×0,92 = 0,7544 ~ 0,75

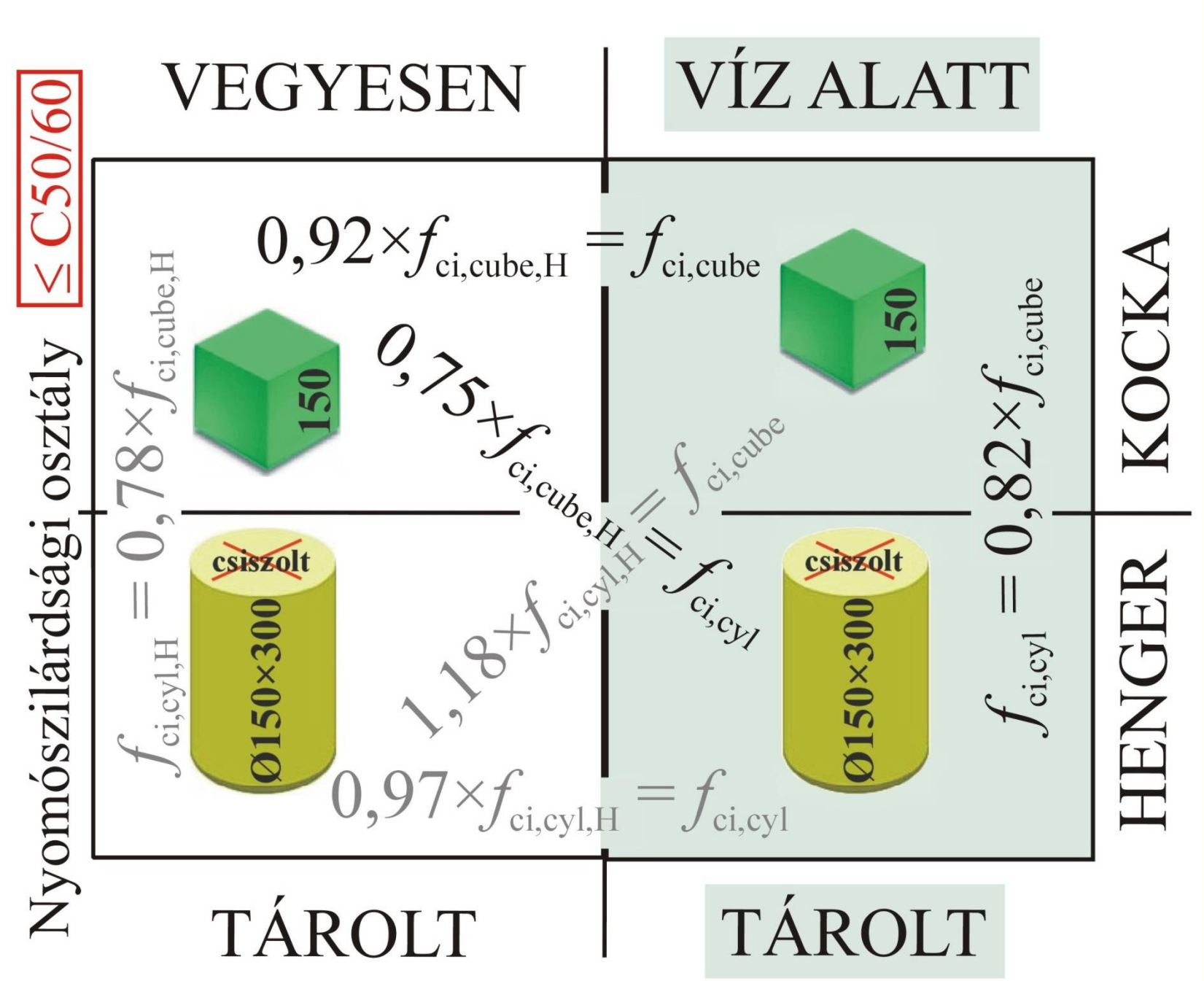
ezért:

$$f_{ci,cyl} = 0{,}75 \times f_{ci,cube,H}$$



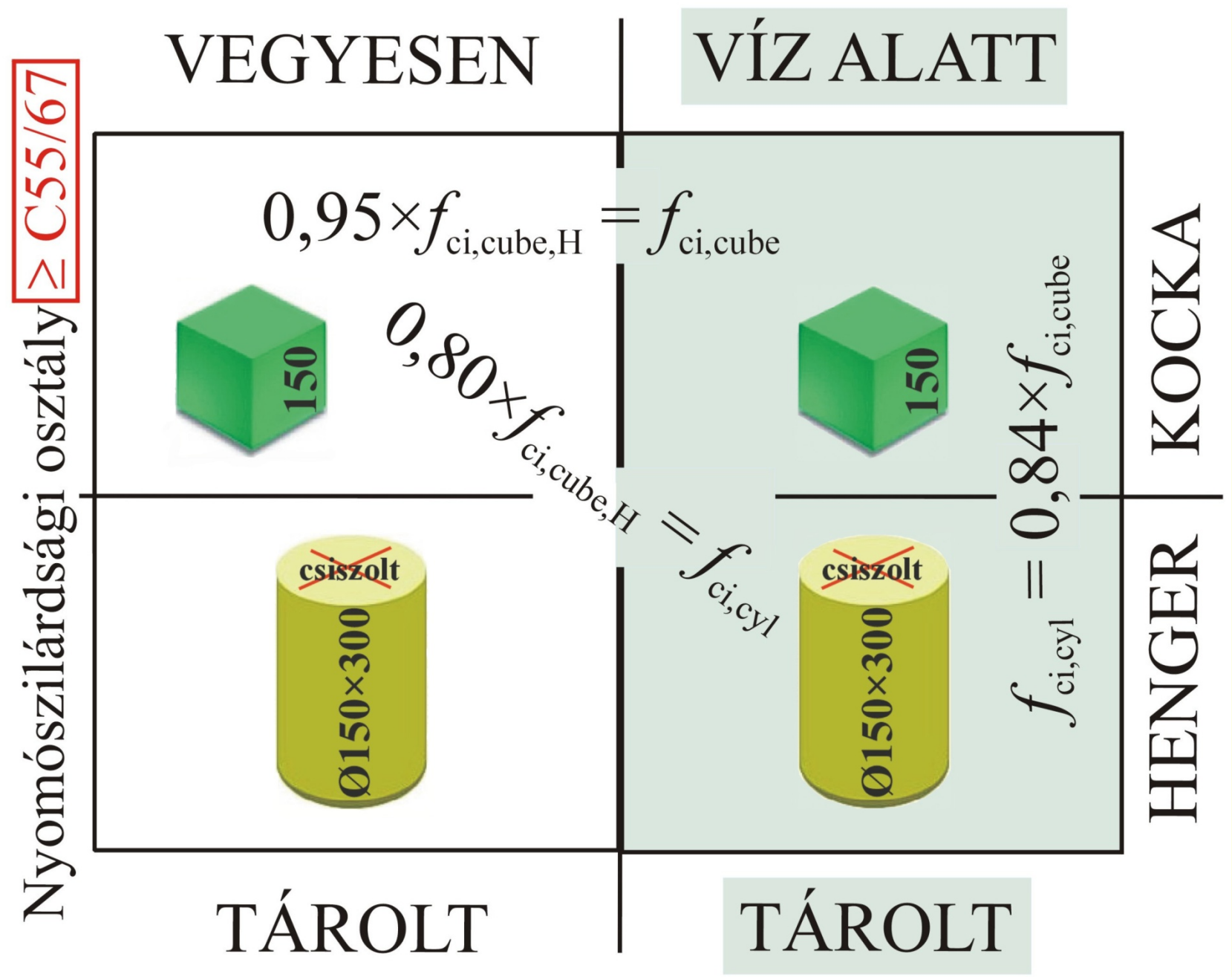
(C55/67 – C100/115 között: $0,8 \times f_{ci,cube,test,H} = f_{ci,cyl,test}$)

Hilsdof és *Schnell* et al. féle henger-kocka nyomószilárdság átszámítási képletek, ha ≤ C50/60



Kausay

***Hilsdof* és *Schnell* et al. féle henger-kocka nyomószilárdság átszámítási képletek, ha ≥ C55/67**



Kausay

Nyomott felület kialakítása	Felső lap simított (habarcsolva)	Felső lap csiszolt, alsó lapja natúr	Mind a két lap csiszolt
Végig víz alatt tárolt Φ150·300 mm méretű próbahengerek	Töréskor nem robbantak	Töréskor robbantak	Töréskor robbantak
Átlagos nyomószilárdság, N/mm^2	42,8	51,4	52,7
Nyomószilárdság, %	100,0	120,0	123,1
Szórás, N/mm^2	1,68	0,67	1,64
Mértékadó szórás, N/mm^2	3,00	3,00	3,00
Student-tényező, n = 3	2,92	2,92	2,92
Jellemző érték, N/mm^2	34,06	42,63	43,94
Nyomószilárdsági osztály	C30/37	C40/50	C40/50
Szórás a terjedelemből, N/mm^2	1,95	0,71	1,89
Mértékadó szórás, N/mm^2	3,00	3,00	3,00
Student-tényező, n = 3	2,92	2,92	2,92
Jellemző érték, N/mm^2	34,06	42,63	43,94
Nyomószilárdsági osztály	C30/37	C40/50	C40/50

$s = T_3/3{,}31$

Nyomott felület kialakítása	Felső lap simított (habarcsolva)	Felső lap csiszolt, alsó lapja natúr	Mind a két lap csiszolt
Végig víz alatt tárolt Φ150·300 mm méretű próbahengerek	Töréskor nem robbantak	Töréskor robbantak	Töréskor robbantak
Átlagos nyomószilárdság, N/mm^2	42,8	51,4	52,7
Nyomószilárdság, %	100,0	120,0	123,1
Szórás, N/mm^2	1,68	0,67	1,64
Mértékadó szórás, N/mm^2	3,00	3,00	3,00
Student-tényező, n = 3	2,92	2,92	2,92
Jellemző érték, N/mm^2	34,06	42,63	43,94
Nyomószilárdsági osztály	C30/37	C40/50	C40/50
Szórás a terjedelemből, N/mm^2	1,95	0,71	1,89
Mértékadó szórás, N/mm^2	3,00	3,00	3,00

$s = T_3/3{,}31$

A csiszolt Ø150×300 mm méretű próbahenger nyomószilárdságának jellemző értéke akár meg is haladhatja a 150 mm élhosszúságú próbakocka nyomószilárdságának jellemző értékét.

A nyomószilárdságot az MSZ EN 12390-3 szerint kell meghatározni, azzal a kiegészítéssel, hogy azoknak a próbatesteknek a teherviselésre szánt felületét, amelyek mérete vagy alakja az MSZ EN 12390-1 előírásainak, illetve az MSZ EN 12390-3 szabvány B melléklete előírásainak megfelel, az MSZ EN 12390-3 szabvány 5. fejezete, illetve A melléklete szerint kiigazítani indokolatlan (értelmezésem szerint nem szabad!).

Az MSZ EN 12390-1 előírásainak, illetve az MSZ EN 12390-3 szabvány B melléklete előírásainak meg nem felelő méretű vagy alakú próbatestek csiszolással történő kiigazítása az MSZ 4798:2016 szabvány szerint nem javasolt (nem szabad!), mert a korrekciós tényezőnek jelenleg nincs közmegegyezéssel elfogadott értéke.

Az MSZ EN 12390-3 szabvány 5.2. szakasz első mondata úgy értelmezendő, hogy a nyomószilárdság vizsgálati próbatestek méretét az MSZ EN 12390-3 szabvány B melléklete szerint meg kell vizsgálni, és ha a próbatest mérete az MSZ EN 12390-1 szerinti méretekre előírt mérettűréseken kívül esik, akkor a próbatestet nyomószilárdság vizsgálat előtt vagy kalcium-aluminát cementhabarccsal vagy kénkeverékkel vagy homokdoboz módszerrel ki kell igazítani, vagy a nyomószilárdság vizsgálatból ki kell hagyni.

2010 óta

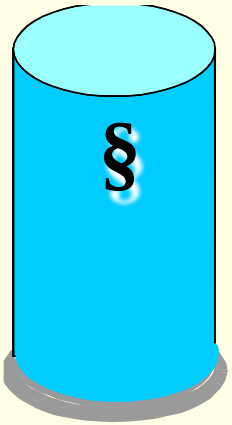
a betonszerkezetek tervezését az MSZ EN 1992-1-1:2010 (Eurocode 2) méretezési szabvány alapján kell végezni. Az MSZ EN 1992-1-1:2010 szabvány szerint

a meg nem felelő tétel elfogadási valószínűsége: 50 %,

az alulmaradási hányad: 5,0 %,

az alulmaradási (*Student*) tényező értéke t_n>40 esetén: 1,645.

Az MSZ EN 1992-1-1:2010 szabvány a beton nyomószilárdsága alatt a 28 napos korú, végig víz alatt tárolt Ø150×300 mm méretű hengerek szilárdságát érti,



a beton nyomószilárdságának megfelelőségét a 150 mm átmérőjű, 300 mm magas, végig víz alatt tárolt próbahengerek nyomószilárdsága alapján ítéli meg, következésképpen a megfelelőségi feltételek is ezekre a hengerekre vonatkoznak.

AZ ÁTLAGOS NYOMÓSZILÁRDSÁG ELVÁRT ÉRTÉKE, AMIKOR A NYOMÓSZILÁRDSÁG VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK SZÓRÁSA NEM ISMERT

MSZ EN 1992-1-1:2010 (Eurocode 2) szabvány 3.1. táblázata szerint:

$$f_{cm} = f_{ck} + 8\ \mathrm{N/mm^2}$$

ahol:

f_{cm} a beton nyomószilárdságának szabványos méretű és végig víz alatt tárolt próbahengeren értelmezett, előírt átlag értéke, és

f_{ck} a beton nyomószilárdságának ugyanilyen szabványos próbahengeren értelmezett, előírt jellemző értéke.

Ugyanakkor az MSZ EN 206:2014 szabvány szerint a kezdeti gyártás során:

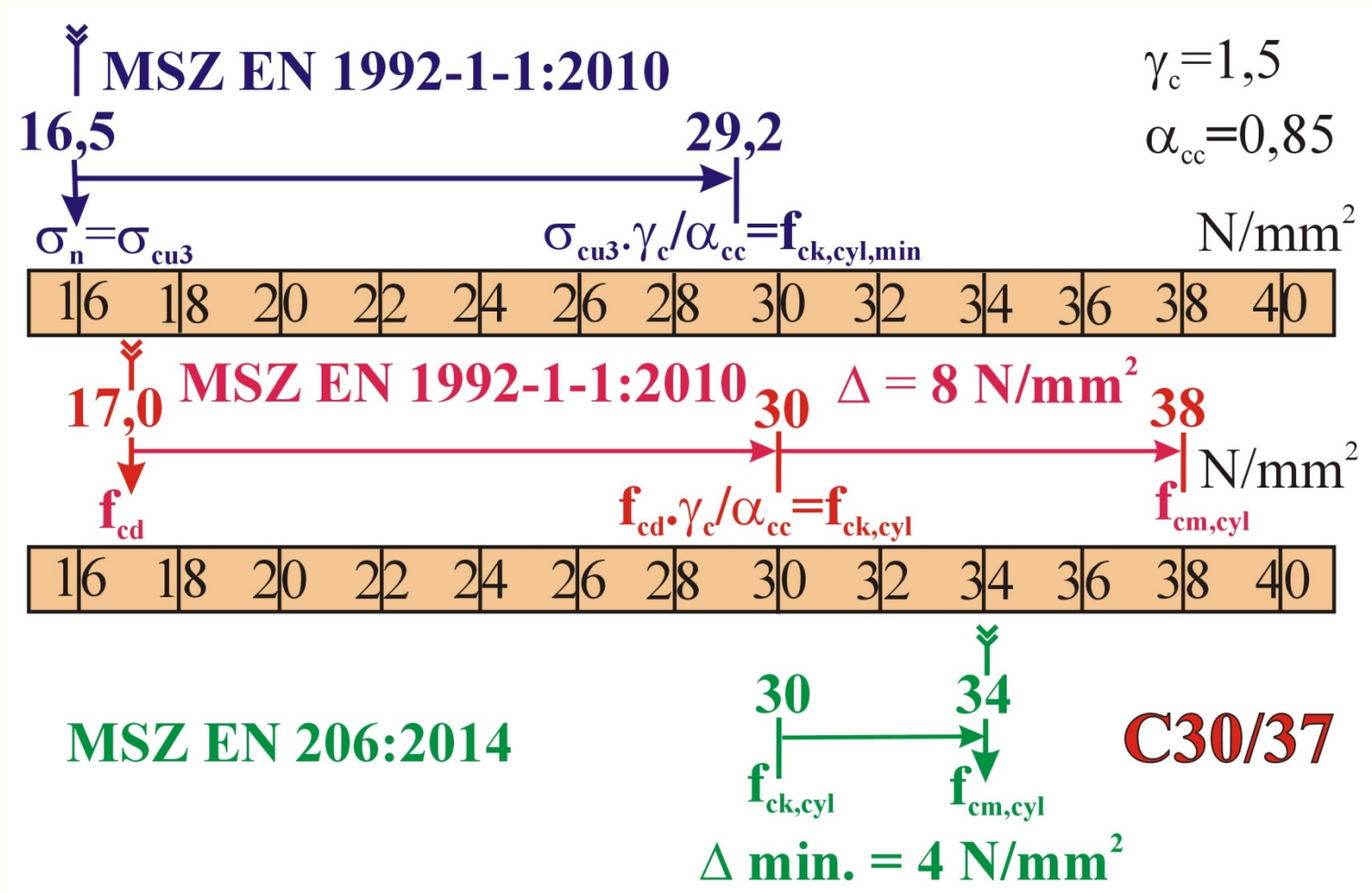
$$f_{cm,test} = f_{ck} + 4\ \mathrm{N/mm^2}$$

MSZ EN 1992-1-1:2010 Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése. 1-1. rész: Általános és épületekre vonatkozó szabályok

3.1. táblázat: A betonok szilárdsági és alakváltozási jellemzői

Betonszilárdsági osztályok															Analitikus összefüggés/magyarázat
f_{ck} [MPa]	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90	
$f_{ck,cube}$ [MPa]	15	20	25	30	37	45	50	55	60	67	75	85	95	105	
f_{cm} [MPa]	20	24	28	33	38	43	48	53	58	63	68	78	88	98	$f_{cm}=f_{ck}+8$ [MPa]
f_{ctm} [MPa]	1,6	1,9	2,2	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	$f_{ctm}=0{,}30 f_{ck}^{(2/3)} \leq$ C50/60 $f_{ctm}=2{,}12\times\ln[1+(f_{cm}/10)]$ >C50/60
$f_{ctk,0,05}$ [MPa]	1,1	1,3	1,5	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,2	3,4	3,5	$f_{ctk0,05}=0{,}7 f_{ctm}$ 5%-os kvantilis
$f_{ctk,0,95}$ [MPa]	2,0	2,5	2,9	3,3	3,8	4,2	4,6	4,9	5,3	5,5	5,7	6,0	6,3	6,6	$f_{ctk0,95}=1{,}3 f_{ctm}$ 95%-os kvantilis
E_{cm} [GPa]	27	29	30	31	33	34	35	36	37	38	39	41	42	44	$E_{cm}=22(f_{cm}/10)^{0,3}$ (f_{cm} MPa-ban)
ε_{c1} [‰]	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,25	2,3	2,4	2,45	2,5	2,6	2,7	2,8	2,8	lásd a 3.2. ábrát $\varepsilon_{c1}[‰]=0{,}7 f_{cm}^{0,31} \leq 2{,}8$
ε_{cu1} [‰]	3,5									3,2	3,0	2,8	2,8	2,8	lásd a 3.2. ábrát ha $f_{ck} \geq 50$ MPa: $\varepsilon_{cu1}[‰]=2{,}8+27[(98-f_{cm})/100]^4$
ε_{c2} [‰]	2,0									2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	lásd a 3.3. ábrát ha $f_{ck} \geq 50$ MPa: $\varepsilon_{c2}[‰]=2{,}0+0{,}085(f_{ck}-50)^{0,53}$
ε_{cu2} [‰]	3,5									3,1	2,9	2,7	2,6	2,6	lásd a 3.3. ábrát ha $f_{ck} \geq 50$ MPa: $\varepsilon_{cu2}[‰]=2{,}6+35[(90-f_{ck})/100]^4$
n	2,0									1,75	1,6	1,45	1,4	1,4	ha $f_{ck} \geq 50$ MPa: $n=1{,}4+23{,}4[(90-f_{ck})/100]^4$
ε_{c3} [‰]	1,75									1,8	1,9	2,0	2,2	2,3	lásd a 3.4. ábrát ha $f_{ck} \geq 50$ MPa: $\varepsilon_{c3}[‰]=1{,}75+0{,}55[(f_{ck}-50)/40]$
ε_{cu3} [‰]	3,5									3,1	2,9	2,7	2,6	2,6	lásd a 3.4. ábrát ha $f_{ck} \geq 50$ MPa: $\varepsilon_{cu3}[‰]=2{,}6+35[(90-f_{ck})/100]^4$

A beton nyomószilárdsága tervezési, jellemző és átlag értékének összevetése a tartós szilárdság figyelembevételével



γ_c a beton σcu3 nyomófeszültségének biztonsági (parciális) tényezője

α_{cc} a beton σcu3 nyomófeszültségének a tartós szilárdság figyelembevételére szolgáló osztója, 100 év tervezési élettartamú szerkezetek esetén α_{cc} = 0,85

σ_{cu} = igénybevételből a betonban ébredő nyomófeszültség

Az MSZ EN 1990:2011 szabvány a D. melléklet szerint értékelendő kísérletek fajtái között a D3. fejezet e) pontjában felsorolja a leszállított termékek azonosításához vagy minőség-ellenőrzéséhez, illetve a gyártási jellemzők egyenletességének vizsgálatához alkalmazott *ellenőrző kísérleteket*, mint például a hídkábelek vagy a betonkockák vizsgálatát.

D3. A kísérletek típusai

(1) Különbséget kell tenni a kísérletek következő típusai között:

a) olyan kísérletek, melyek adott terhelési körülmények esetén közvetlenül megadják a tartószerkezet vagy a tartószerkezeti elem teherbírási vagy használhatósági jellemzőit. Ilyen kísérletek például fárasztóterheléssel vagy ütközési teherrel végezhetők;

b) előírt kísérleti eljárás alkalmazásával egy adott anyagjellemző meghatározására irányuló kísérletek; mint például talajvizsgálat a helyszínen vagy laboratóriumban, vagy új anyagok vizsgálata;

c) a tehermodell vagy az igénybevételek számításához alkalmazott modell paramétereiben lévő bizonytalanság csökkentésére irányuló kísérletek; mint például a szélcsatorna-kísérletek vagy a hullámzásból, ill. áramlásból származó hatások azonosítása;

d) az ellenállás számításához alkalmazott modell paramétereiben lévő bizonytalanság csökkentésére irányuló kísérletek; mint például tartószerkezetrészeken vagy tartószerkezeti elemeken végzett vizsgálatok (például tető- vagy födémszerkezetek esetén);

e) a leszállított termékek azonosításhoz vagy minőség-ellenőrzéséhez, ill. a gyártási jellemzők egyenletességének vizsgálatához alkalmazott ellenőrző kísérletek; mint például hidak kábeleinek vizsgálata vagy betonkocka-vizsgálatok;

Kísérlettel segített (statikai) tervezés során – amikor a szórás számítható – a jellemző (karakterisztikus) érték számításának módszere az MSZ EN 1990:2011 szabványban (D7)

MAGYAR SZABVÁNY MSZ EN 1990

Eurocode: A tartószerkezetek tervezésének alapjai

– Általában az „ismeretlen V_X" sort kell alkalmazni abban az esetben, ha a V_X előzetes adatok alapján még nem ismert, és azt a mintából kell meghatározni a következők szerint:

$$s_x^2 = \frac{1}{n-1}\sum(x_i - m_x)^2$$

$$V_x = s_x / m_x$$

Az anyagtulajdonságok jellemző értékét az MSZ EN 1990:2011 Eurocode) D7. mellékletének ajánlott módszere szerint például az 5 %-os alulmaradási hányaddal kell kiszámítani: $X_k = X_m \times (1 - k_n \times V) = X_m - k_n \times s$, ahol X_m az átlagérték, k_n az alulmaradási tényező, $V = s/X_m$ a variációs tényező (variációs együttható, vagy relatív szórás), s a korrigált tapasztalati szórás.

(3) A γ_m parciális tényezőt általában a kísérleti eredmények alkalmazási területének figyelembevételével kell megválasztani.

A k_n értékek lényegében a *Student*-tényezők:

D1. táblázat: A k_n értékei az 5%-os karakterisztikus érték meghatározásához

n	1	2	3	4	5	6	8	10	20	30	∞
Ismert V_X	2,31	2,01	1,89	1,83	1,80	1,77	1,74	1,72	1,68	1,67	1,64
Ismeretlen V_X	–	–	3,37	2,63	2,33	2,18	2,00	1,92	1,76	1,73	1,64

1. MEGJEGYZÉS: Ez a táblázat normális eloszlás feltételezésével készült.

A gyártó a folyamatos gyártás eredményét az MSZ EN 206:2014 szabvány szerint az

$f_{ck,cube,test} = f_{cm,cube,test} - \lambda \times \sigma_{n,cube}$ formulával értékeli,

ahol az alulmaradási tényező: $\lambda = \lambda_{15,Taerwe} = 1{,}48$.

Ez az „alulmaradási formula” (az MSZ EN 206 szabványban kimondatlanul) feltételezi, hogy

1. **a nem megfelelő friss betont nem építjük be, vagy utólag megerősítjük;**
2. **ha a gyártó „kritikusan jó” betont készít, akkor azt a feltételrendszer 0,7 körüli valószínűséggel megfelelőnek minősíti.**

E feltételezéssel szembeni észrevétel:

1. **a friss beton sorsát nem lehet nyomon követni, és a későbbiekben nem lehet megerősíteni;**
2. **szerkezeteink biztonsága szempontjából több mint méltányolható lenne az olyan módszer alkalmazása, amelyben az átadó és az átvevő kockázata nem 30-70 %, hanem 50-50 %.**

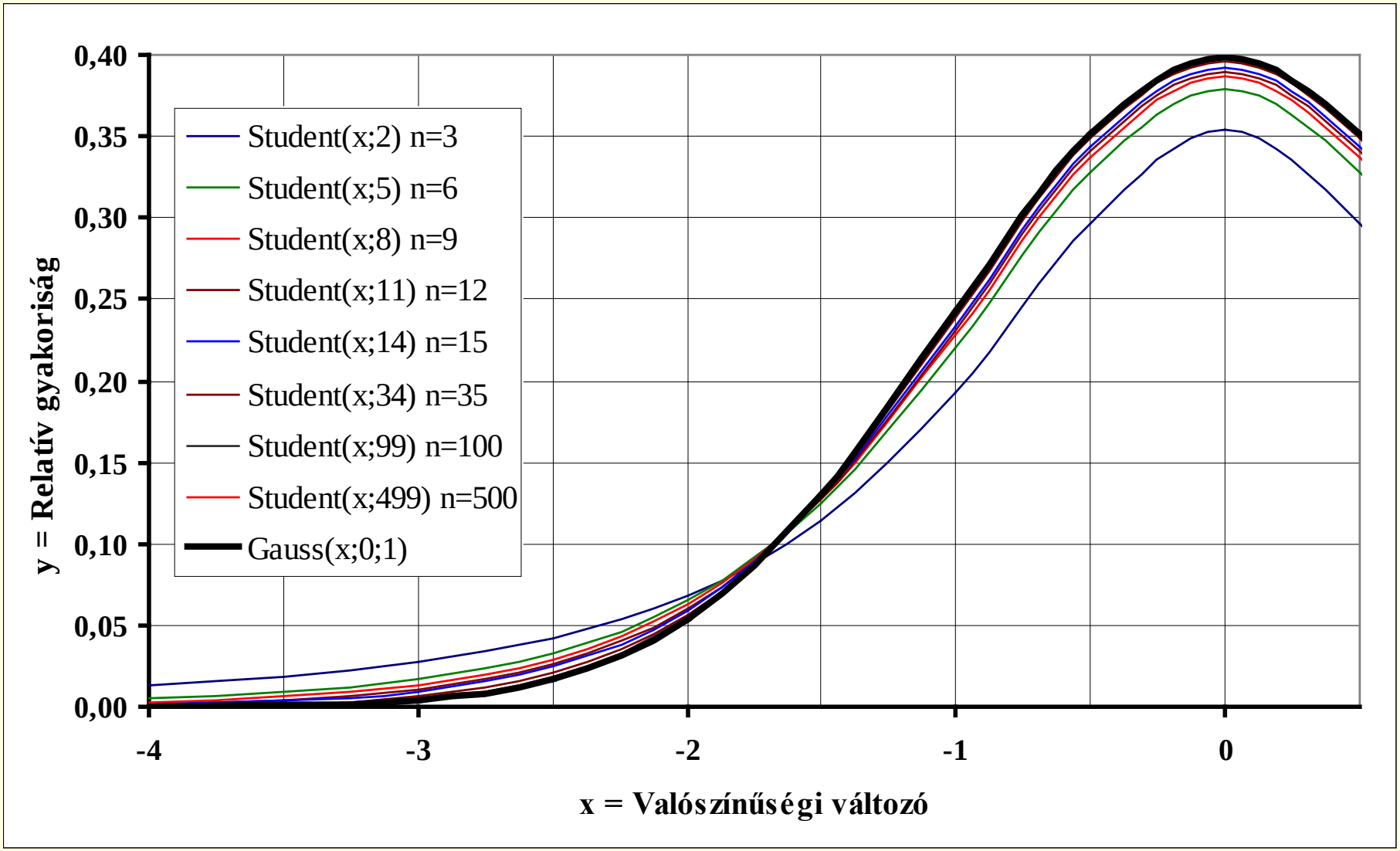
Ezért véleményünk szerint a nyomószilárdság vizsgálati eredmények értékelése során, ha összhangban kívánunk maradni az MSZ EN 1992-1-1:2010 (Eurocode 2) szabvánnyal, akkor a folyamatos gyártás során a *Student*-tényezővel kell (kellene) a jellemző (karakterisztikus) értéket kiszámítani:

$$f_{\mathrm{ck,cube,test}} = f_{\mathrm{cm,cube,test}} - \lambda_{\mathrm{n},Student} \times s_{\mathrm{n,cube,test}}$$

Ha feltételezzük, hogy a vizsgálati eredmények egy általunk nem ismert μ várható értékű és σ szórású *Gauss*-féle normális eloszlást követnek, akkor az eloszlás 5%-os kvantilise az $f_{ck,test} = \mu - 1{,}645 \times \sigma$ formulával számolható.

Ha méréseink korlátozott száma miatt nem ismerjük az eloszlás szórását, akkor a valószínűségi változó ún. n - 1 szabadságfokú *Student*-féle *t*-eloszlást követi, és az 5%-os kvantilis értéke az n mintaszám függvényében a *t*-eloszlás táblázatból vett értékének segítségével becsülhető.

Ha a minták n száma növekszik, akkor a *Student*-féle *t*-eloszlás a *Gauss*-féle normális eloszláshoz, az $f_{cm,test}$ tapasztalati átlag a μ elméleti várható értékhez, az s tapasztalati szórás a σ elméleti szóráshoz tart.


0,40
0,35
0,30
0,25
0,20
0,15
0,10
0,05
0,00
y = Relatív gyakoriság
-4
-3
-2
-1
0
x = Valószínűségi változó
Student(x;2) n=3
Student(x;5) n=6
Student(x;8) n=9
Student(x;11) n=12
Student(x;14) n=15
Student(x;34) n=35
Student(x;99) n=100
Student(x;499) n=500
Gauss(x;0;1)

Alulmaradási tényezők

Mintaszám *n*	Szabadságfok a *Student*-féle eloszlás esetén *n* - 1	*Student*-tényező t_n	*Taerwe*-tényező λ_n
	(*Stange – Henning*, 1966)		(*Taerwe*, 1986)
2	1	6,314	
3	2	2,920	2,67
4	3	2,353	2,20
5	4	2,132	1,99
6	5	2,015	1,87
7	6	1,943	1,77
8	7	1,895	1,72
9	8	1,860	1,67
10	9	1,833	1,62
11	10	1,812	1,58
12	11	1,796	1,55
13	12	1,782	1,52
14	13	1,771	1,50
15	14	1,761	*1,48*
20	19	1,729	
30	29	1,699	
∞	∞	*1,645*	

Mind a *Student*-eloszlás alulmaradási tényezője, mind a *Taerwe*-féle $\lambda_{n=15}$ = 1,48-os érték matematikai statisztikailag korrekt, de — és ez a különbség igazi oka — teljességgel eltérő körülmények között.

Az MSZ EN 206:2014 szabványnak (és elődjének) az a komoly hiányossága, hogy a szabványba csak megfelelőségi feltétel került be, a folyamatos nyomon követés és utólagos javítás kötelezettsége nélkül, ami annyiban érthető, hogy végrehajthatatlan lenne.

Hosser, D. – Gensel, D.: **Kritische Bewertung der Statistik beim Konformitätsnachweis der Betondrickfestikkeit nach prEN 206. TU Braunschweig, IBMB (Inst. F. Baustoffe, Massivbau und Brandschutz) Im Auftrag des Deutschen Beton-Verein E.V. Braunschweig, 1995.**

OC-görbe (Operating characteristic curve)

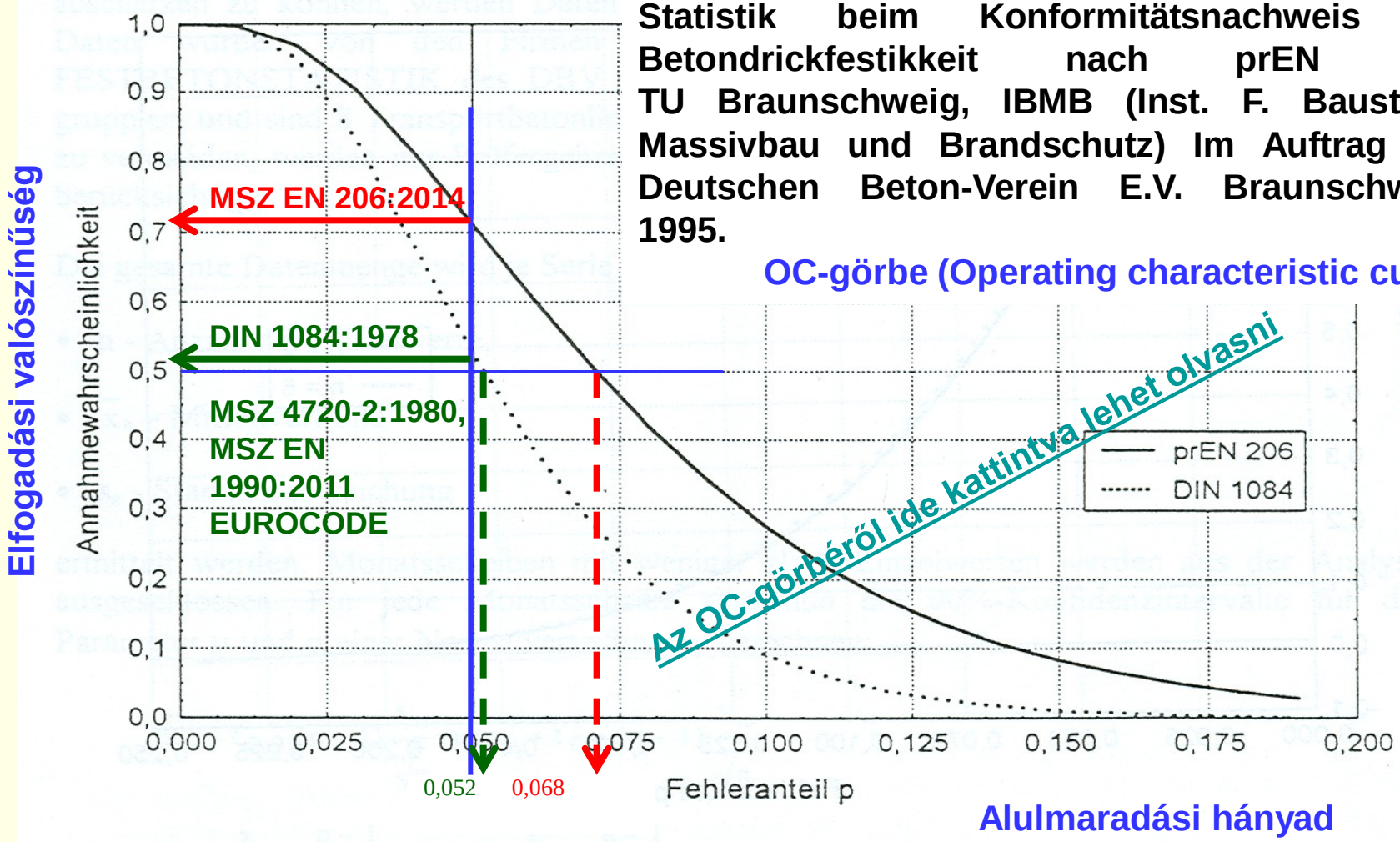


Bild 1: Annahmekennlinien zum Konformitätsnachweis nach prEN 206 und DIN 1084

Elfogadási jelleggörbe (OC-görbe) a megfelelőség igazolásához az EN 206, a DIN 1084 és az MSZ EN 1992-1-1 szabvány szerint

Annex J
(informative)

Deviation to accommodate a notified Spanish Regulation

(1) In the mandatory Spanish Regulation (Instrucción de Hormigón Estructural (in English: Structural Concrete Code), approved 18 July 2008 by Royal Decree 1247/2008), there is the requirement for the consumer risk to be not greater than 50 % where the population in the assessment period has exactly 5 % of all possible results below the characteristic strength. Alteration of this national regulation is outside of the competence of CEN/CENELEC members. For the application of EN 206 in Spain, the national regulation remains valid and Spain is free to use higher coefficients in formulation presented in section 8.2.1.3.2 (method B).

J függelék
(tájékoztatás)

Eltérés egy közzétett spanyol rendelet alkalmazásához

(1) Az „Instrucción de Hormigón Estructural” (Szabályok betonok méretezésére beton tartószerkezetekben) rendelkező spanyol előírás, amelyet 2008. július 18-án a 1247/2008. számú Királyi Rendelettel hagytak jóvá, tartalmazza azt a követelményt, hogy az átvevő kockázata legfeljebb 50%-os lehet, ha az értékelési időszak alatt az összes lehetséges eredmény alapsokaságának 5%-a a jellemző szilárdsági érték alatt van. Ennek a nemzeti szabályozásnak a megváltoztatása nem tartozik a CEN/CENELEC tagok hatáskörébe. Az EN 206 spanyolországi alkalmazása vonatkozásában továbbra is érvényes ez a nemzeti előírás, és ott magasabb együtthatók használata engedélyezett a 8.2.1.3.2. szakasz (B módszer) szerinti számításokban.

Mi a $W_{Ann(0,05)}$ = 0,5 szerinti vizsgálati terv?

Ha bevezetjük az adott a *p* alulmaradási hányadú beton elfogadási valószínűségét, $A_{(p)}$-t, — amely azt mondja meg, hogy a *p* alulmaradási hányadú betont milyen valószínűséggel fogjuk elfogadni, — akkor a minőségbiztosítási rendszer *p* = 0,05 alulmaradási hányad esetén a következő elfogadási feltétellel jellemezhető:

$$p \times A_{(p)} \leq 0{,}05 \times A_{(p)}$$

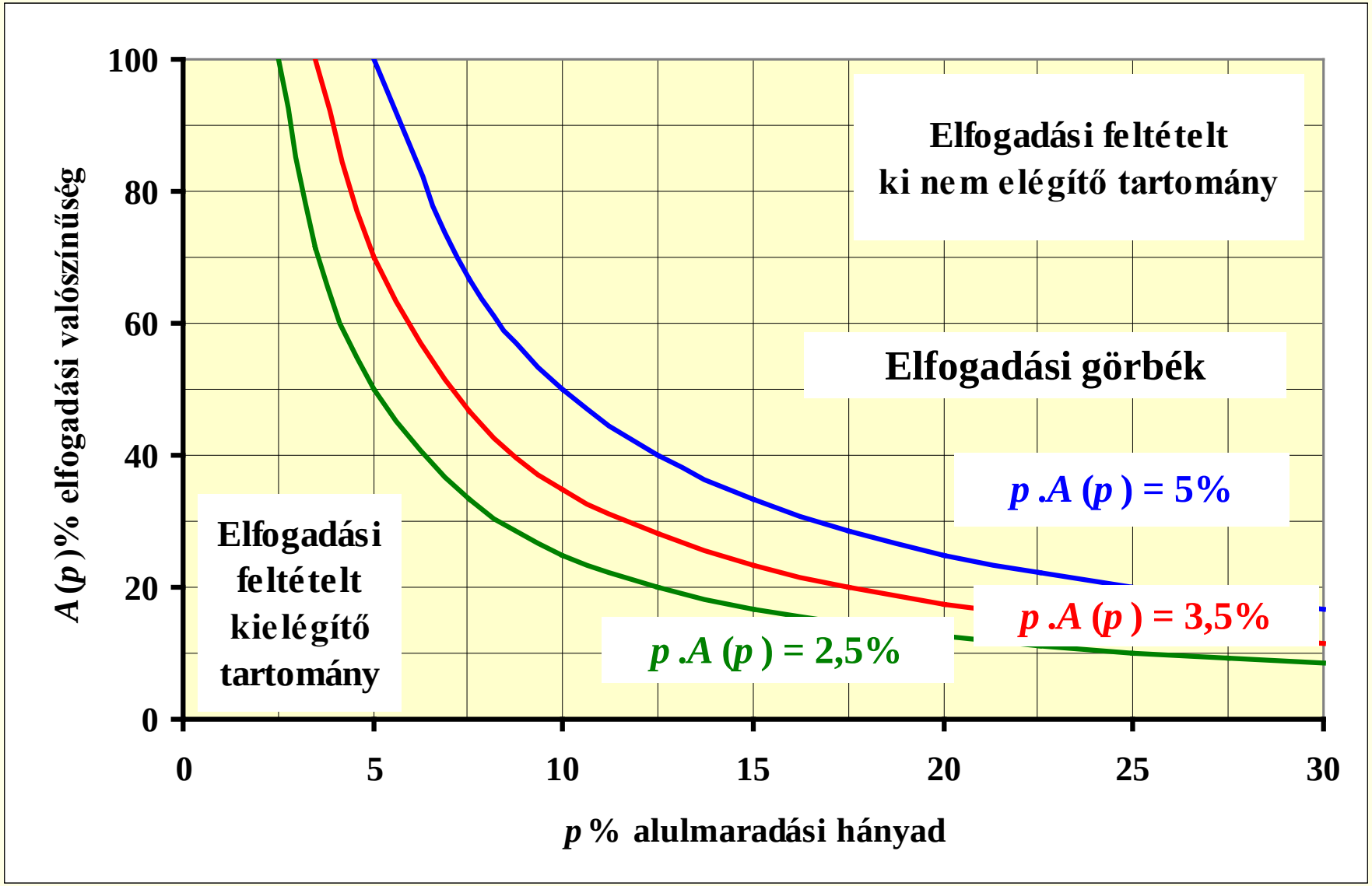
Ha az *elfogadási valószínűség* 50%,

akkor azt így jelöljük: $A_{(p)} = 0{,}5$,

Németországban pedig így jelölik: $W_{Ann(0,05)} = 0{,}5$

A beton gyártója számára olyan minőségbiztosítási rendszer lenne a legkedvezőbb, amelyben ha a gyártó éppen „kritikusan jó” betont gyárt (azaz $p = 5\%$), akkor a beton 100% valószínűséggel ($A_{(p)} = 1{,}0$) kerülne elfogadásra.

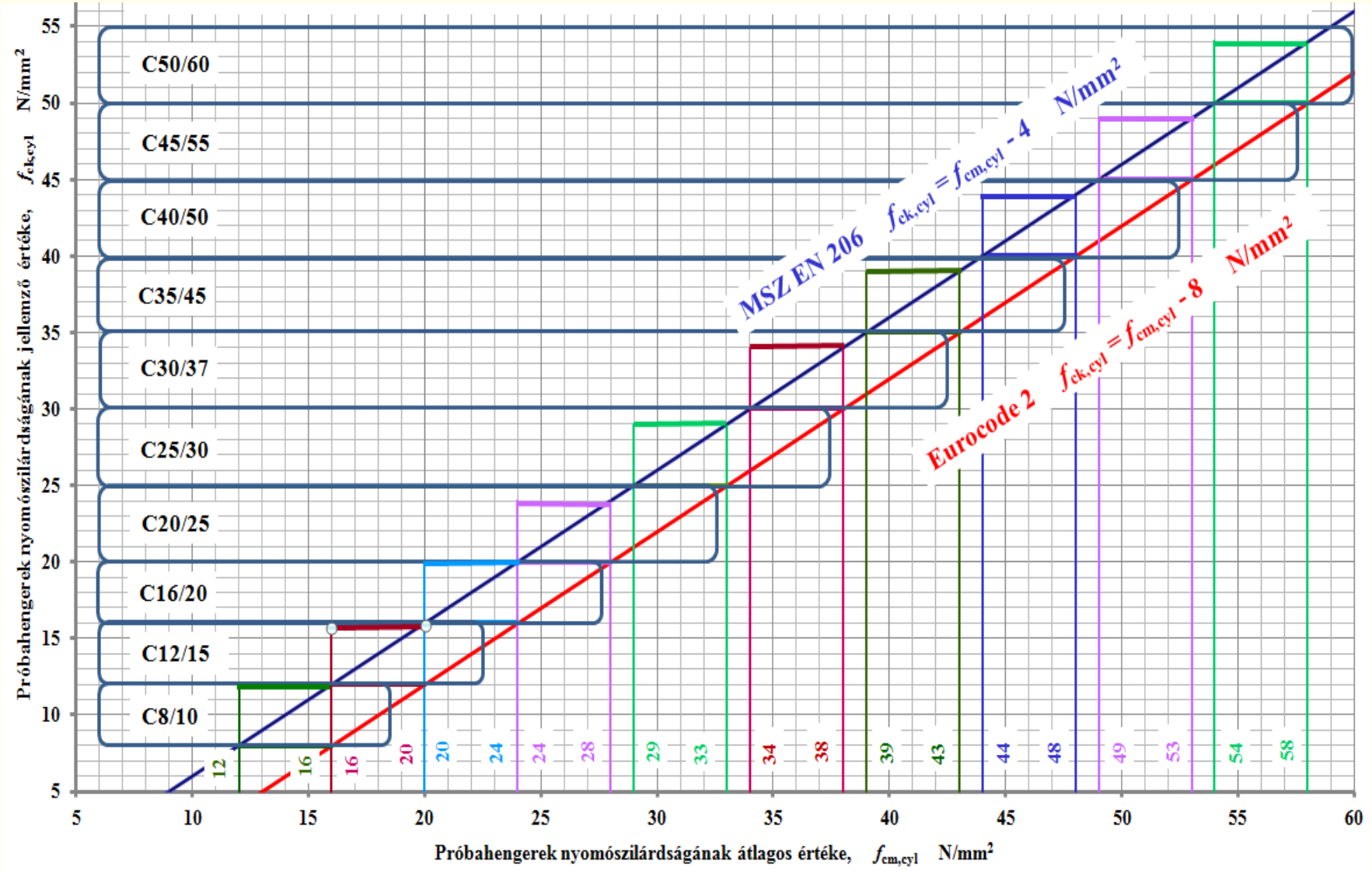
Az ilyen minőségbiztosítási rendszer $p = 0{,}05$ jellemző érték esetén a $p \times A_{(p)} \leq 0{,}05 \times 1{,}0 \rightarrow 5\%$ feltételt teljesíti.



$A_{(p)}$ a p jellemző értékű beton elfogadási valószínűsége. A $p \times A(p)$ elfogadási feltétel értéke:

***Taerwe*-féle eloszlás esetén: $p \times A_{(p)} \leq 0{,}05 \times 0{,}7 = 0{,}035 \rightarrow 3{,}5\%$ (MSZ EN 206:2014)**

***Student*-féle eloszlás esetén: $p \times A_{(p)} \leq 0{,}05 \times 0{,}5 = 0{,}025 \rightarrow 2{,}5\%$ (MSZ EN 1992-1-1:2010)**



Összehasonlítás az Eurocode 2 és az MSZ EN 206 szabvány szerinti nyomószilárdság értékelés eredménye között, ha a betont <u>kezdeti gyártással</u> készítik, és az átadás-átvételi eljárás során

Folyamatos gyártás 70 %-os elfogadási valószínűség mellett

Az MSZ 4798:2016 szabvány szerint, ha folyamatos gyártás során a nyomószilárdságot legalább *n* = 15 darab végig víz alatt tárolt 150 mm élhosszúságú próbakocka, illetve minta alkalmazásával határozzák meg, akkor az *f*cm,cube,test átlag érték elégítse ki a következő feltételt:

$$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 1{,}48 \times \sigma_{35,cube,test} \qquad N/mm^2$$

Ha a folyamatos gyártás során a nyomószilárdságot legalább 15 darab vegyesen tárolt 150 mm élhosszúságú próbakocka, illetve ilyenek alkotta minta alkalmazásával határozzák meg, akkor az *f*cm,cube,test,H átlag érték elégítse ki a következő feltételt, ha a nyomószilárdsági osztály ≤ C50/60:

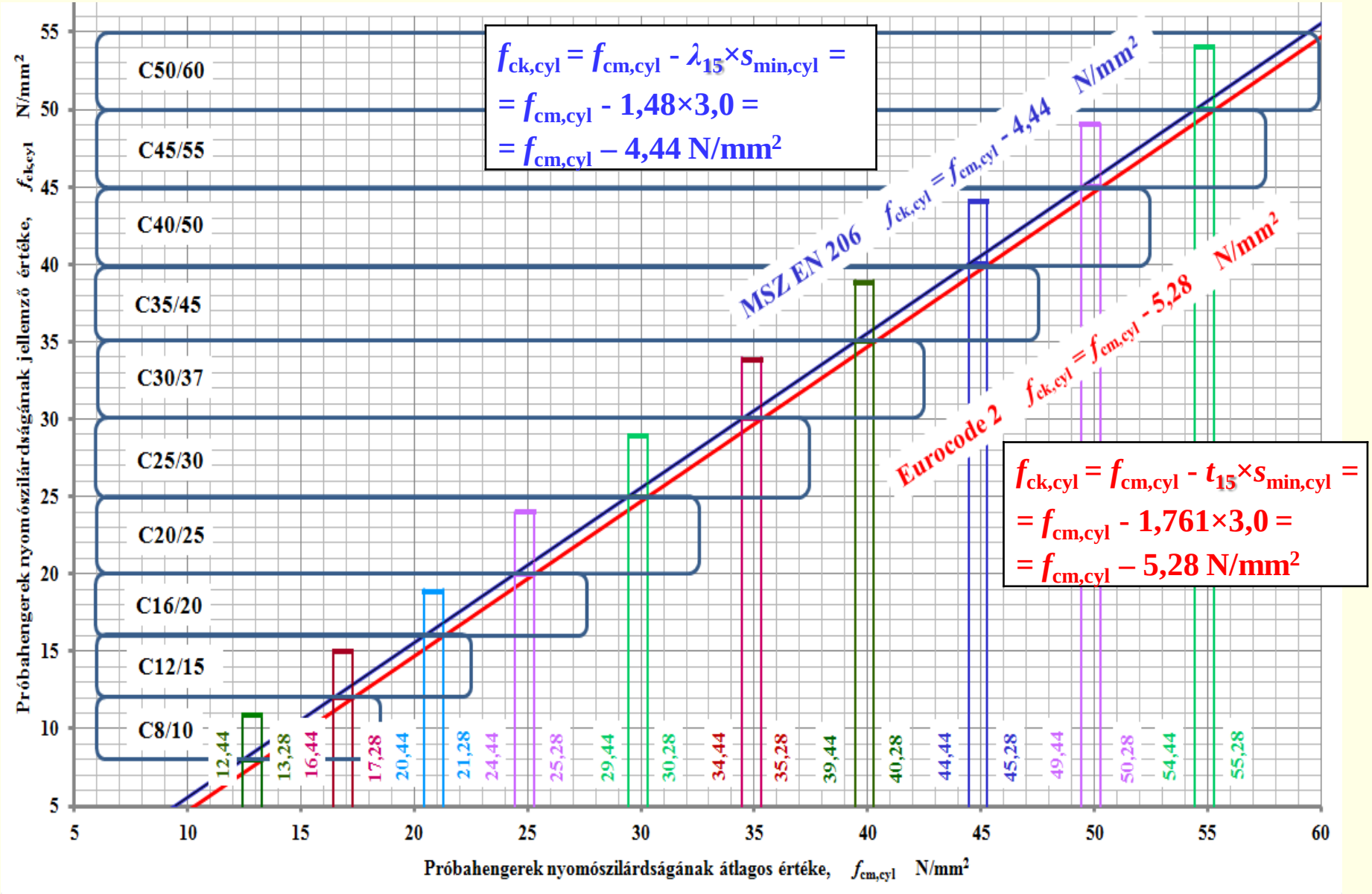
$$f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}92 + 1{,}48 \times \sigma_{35,cube,test,H} \qquad N/mm^2$$

és ha a nyomószilárdsági osztály ≥ C55/67 (nagyszilárdságú beton), akkor a következő feltételt:

$$f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}95 + 1{,}48 \times \sigma_{35,cube,test,H} \qquad N/mm^2$$

Ha a $\sigma_{35,cube,test}$, illetve $\sigma_{35,cube,test,H}$ szórás a kezdeti gyártásból nem ismert, akkor ezek helyett a minta $s_{cube,test}$, illetve $s_{cube,test,H}$ szórásával kell számolni (ún. „D" módszer).

Abban az esetben, ha *n* < 15, akkor az alulmaradási tényező 1,48 helyett a próbakockák, illetve minták *n* számának függvényét képező λ_n (*Taerwe*-tényező).



Összehasonlítás az Eurocode 2 és az MSZ EN 206 szabvány szerinti nyomószilárdság értékelés eredménye között, ha a betont folyamatos gyártással készítik

Nyomószilárdság értékelési rendje az MSZ 4798:2016 szabvány szerint

Nyomószilárdság szerinti megfelelőség értékelése			
a **kezdeti gyártást megelőző** időszakban végzett **típusvizsgálat** eredménye alapján	a **kezdeti gyártás** időszakában végzett gyártásközi ellenőrzés eredménye alapján Megfelelőségi feltétel a kezdeti gyártás során	a **folyamatos gyártás** időszakában végzett gyártásközi ellenőrzés eredménye alapján Megfelelőségi feltétel a folyamatos gyártás során	az **átadás-átvételi** eljárás során a gyártási időszaktól függetlenül
Megfelelőség értékelés résztvevői			
Típusvizsgálat értékelése, felügyelete és tanúsítása : Gyártó Felügyelő (tanúsító) szervezet Vizsgáló laboratórium	Gyártásközi ellenőrzés értékelése, felügyelete és tanúsítása : Gyártó Felügyelő (tanúsító) szervezet Vizsgáló laboratórium	Gyártásközi ellenőrzés értékelése, felügyelete és tanúsítása : Gyártó Felügyelő (tanúsító) szervezet Vizsgáló laboratórium	Átadás-átvételi eljárás során: Gyártó Vevő Vizsgáló laboratórium
A 150 mm élhosszúságú, 28 napos korú próbakockák, illetve ilyenek alkotta minták átlagos nyomószilárdságának ($f_{cm,cube,test}$, $f_{cm,cube,test,H}$) megfelelősége, N/mm^2			
Lásd a következő táblázatot			

Lásd a következő diákat

Nyomószilárdság értékelési rendje az MSZ 4798:2016 szabvány szerint, ha az elfogadási valószínűség p = 0,05 alulmaradási hányad esetén $A(0,05)\%$ = 70%

Nyomószilárdság szerinti megfelelőség értékelése			
a **kezdeti gyártást megelőző** időszakban végzett **típusvizsgálat** eredménye alapján	a **kezdeti gyártás** időszakában végzett **gyártásközi ellenőrzés** eredménye alapján Megfelelőségi feltétel a kezdeti gyártás során	a **folyamatos gyártás** időszakában végzett **gyártásközi ellenőrzés** eredménye alapján Megfelelőségi feltétel a folyamatos gyártás során	az **átadás-átvételi** eljárás során **a gyártási időszaktól függetlenül**
A 150 mm élhosszúságú, 28 napos korú próbakockák, illetve ilyenek alkotta minták átlagos nyomószilárdságának ($f_{cm,cube,test}$, $f_{cm,cube,test,H}$) megfelelősége, N/mm^2			
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6,0$ ≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 6,5$ ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 8,0$ ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 8,5$	≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6,0$ ≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 6,5$ ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 8,0$ ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 8,5$	≤ C50/60 és ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 1,48 \times \sigma_{cube,test}$ ≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 1,48 \times \sigma_{cube,test,H}$ ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 1,48 \times \sigma_{cube,test,H}$ ha n < 15, akkor 1,48 helyett λ_n írandó, és ahol λ_n a *Taerwe*-tényező és $\sigma_{cube,test} \rightarrow s_{cube,test}$ stb.	≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 4,0$ ≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 4,5$ ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6,0$ ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 6,5$

Az elfogadási (átvételi) valószínűség
p = 0,05 alulmaradási hányad esetén A(0,05)% = 70%

Folytatni kell a típusvizsgálatot

Nem

A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?

Igen

Kezdeti gyártás (8.2.1.3. *"A" módszer*) ②

≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6{,}0$
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}92 + 6{,}5$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 8{,}0$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}95 + 8{,}5$

A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?

Igen

Folyamatos gyártás (8.2.1.3. *"B" módszer*) ③

$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 1{,}48 \times \sigma_{cube,test}$
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}92 + 1{,}48 \times \sigma_{cube,test,H}$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}95 + 1{,}48 \times \sigma_{cube,test,H}$
ha n < 15, akkor 1,48 helyett λ_n írandó

A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?

Igen

Nem

A típusvizsgálat feltételeit kielégítő betonösszetétel alkalmazásával kell a folyamatos gyártást végezni, és a 8.2.1.3. "D" módszer szerint kell a nyomószilárdság megfelelőségét ellenőrizni.

Típusvizsgálat (*A5. melléklet*) ① ❶

≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6{,}0$
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}92 + 6{,}5$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 8{,}0$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}95 + 8{,}5$

Folyamatos gyártás (8.2.1.3. *"D" módszer*) ❷

$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 1{,}48 \times s_{cube,test}$
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}92 + 1{,}48 \times s_{cube,test,H}$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}95 + 1{,}48 \times s_{cube,test,H}$
ha n < 15, akkor 1,48 helyett λ_n írandó

A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?

Igen

Nem

Az adott, ki nem elégítő vizsgálati eredménynél nagyobb nyomószilárdságot eredményező betonösszetétel alkalmazásával kell a folyamatos gyártást végezni, és a 8.2.1.3. "D" módszer szerint kell a nyomószilárdság megfelelőségét ellenőrizni.

Átadás-átvételi eljárás (*O melléklet*) ❸ ④

Ha a típusvizsgálat, a kezdeti és a folyamatos gyártás során a nyomószilárdság megfelelőségét az **A5. és a 8.2.1.3. szakasz szerint** ellenőrizték:

≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 4{,}0$
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}92 + 4{,}5$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6{,}0$
≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}95 + 6{,}5$

Kausay

Az elfogadási (átvételi) valószínűség
p = 0,05 alulmaradási hányad esetén $A(0,05)\% = 70\%$

Folytatni kell a típusvizsgálatot

Nem

A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?

Igen

Típusvizsgálat (*A5. melléklet*) ① ❶

$\leq$ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6,0$
$\leq$ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 6,5$
$\geq$ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 8,0$
$\geq$ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 8,5$

Kezdeti gyártás (8.2.1.3. *"A" módszer*) ②

$\leq$ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6,0$
$\leq$ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 6,5$
$\geq$ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 8,0$
$\geq$ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 8,5$

A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?

Igen

Folyamatos gyártás (8.2.1.3. *"B" módszer*) ③

$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 1,48 \times \sigma_{cube,test}$
$\leq$ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 1,48 \times \sigma_{cube,test,H}$
$\geq$ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 1,48 \times \sigma_{cube,test,H}$
ha n < 15, akkor 1,48 helyett λ_n írandó

A vizsgálati ere
kielégí

vizsgálat feltételeit kielégítő
sszetétel alkalmazásával kell a folyamatos
gyártást végezni, és a 8.2.1.3. "D" módszer szerint kell
a nyomószilárdság megfelelőségét ellenőrizni.

Igen

Folya **módszer)** ❷

$f_{cm,cu}$ 1,48×$s_{cube,test}$
$\leq$ C50/60 $_{cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 1,48 \times s_{cube,test,H}$
$\geq$ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 1,48 \times s_{cube,test,H}$
ha n < 15, akkor 1,48 helyett λ_n írandó

A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?

Nem

Az adott, ki nem elégítő vizsgálati eredménynél nagyobb nyomószilárdságot eredményező betonösszetétel alkalmazásával kell a folyamatos gyártást végezni, és a 8.2.1.3. "D" módszer szerint kell a nyomószilárdság megfelelőségét ellenőrizni.

Átadás-átvételi eljárás (*O melléklet*) ❸ ④

Ha a típusvizsgálat, a kezdeti és a folyamatos gyártás során a nyomószilárdság megfelelőségét az **A5. és a 8.2.1.3. szakasz szerint** ellenőrizték:

$\leq$ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 4,0$
$\leq$ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 4,5$
$\geq$ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6,0$
$\geq$ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 6,5$

Lásd még:
http://www.betonopus.hu/notesz/nyomoszilardsag-folyamatabra.pdf

Kausay

Az elfogadási (átvételi) valószínűség
p = 0,05 alulmaradási hányad esetén $A(0,05)$% = 70%

Folytatni kell a típusvizsgálatot

Nem

A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?

Igen

Típusvizsgálat (*A5. melléklet*) ① ❶

$\leq$ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6,0$
$\leq$ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 6,5$
$\geq$ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 8,0$
$\geq$ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 8,5$

Kezdeti gyártás (8.2.1.3. *"A" módszer*) ②

$\leq$ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6,0$
$\leq$ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 6,5$
$\geq$ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 8,0$
$\geq$ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 8,5$

A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?

Igen

Nem

Folyamatos gyártás (8.2.1.3. *"B" módszer*) ③

$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 1,48 \times \sigma_{cube,test}$
$\leq$ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 1,48 \times \sigma_{cube,test,H}$
$\geq$ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 1,48 \times \sigma_{cube,test,H}$
ha n < 15, akkor 1,48 helyett λ_n írandó

A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?

Igen

Nem

A típusvizsgálat feltételeit kielégítő betonösszetétel alkalmazásával kell a folyamatos gyártást végezni, és a 8.2.1.3. "D" módszer szerint kell a nyomószilárdság megfelelőségét ellenőrizni.

Folyamatos gyártás (8.2.1.3. *"D" módszer*) ❷

$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 1,48 \times s_{cube,test}$
$\leq$ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 1,48 \times s_{cube,test,H}$
$\geq$ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 1,48 \times s_{cube,test,H}$
ha n < 15, akkor 1,48 helyett λ_n írandó

A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?

Igen

Nem

Átadás-átvételi eljárás (*O melléklet*) ❸ ④

Ha a típusvizsgálat, a kezdeti és a folyamatos gyártás során a nyomószilárdság megfelelőségét az **A5. és a 8.2.1.3. szakasz szerint** ellenőrizték:

$\leq$ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 4,0$
$\leq$ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 4,5$
$\geq$ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6,0$
$\geq$ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 6,5$

Az adott, ki nem elégítő vizsgálati eredménynél nagyobb nyomószilárdságot eredményező betonösszetétel alkalmazásával kell a folyamatos gyártást végezni, és a 8.2.1.3. "D" módszer szerint kell a nyomószilárdság megfelelőségét ellenőrizni.

***D módszer:* Folyamatos gyártás a típusvizsgálat eredménye alapján**

Az MSZ 4798:2016 szabvány 8.2.1.3.2. szakasza szerint a típusvizsgálat feltételeit kielégítő betonösszetétellel folyamatos gyártást lehet végezni, azaz a kezdeti gyártást át szabad ugrani, ki szabad hagyni.

A D módszer akkor alkalmazható, ha a kezdeti gyártás során 35 egymás utáni vizsgálati eredmény nem érhető el, és ezért egyrészt a kezdeti gyártásból a folyamatos gyártás eredményének értékeléséhez szükséges $\sigma_{35,cube,test}$, illetve $\sigma_{35,cube,test,H}$ szórást nem lehet meghatározni, és így a folyamatos gyártás nem kezdhető meg.

A D módszer alkalmazása során minden minta esetén meg kell határozni a minta saját $s_{cube,test}$, illetve $s_{cube,test,H}$ szórását, és ezzel kell a tapasztalati jellemző értéket ($f_{ck,cube,test}$, illetve $f_{ck,cube,test,H}$) kiszámítani.

Nyomószilárdság értékelési rendje az MSZ 4798:2016 szabvány szerint, ha az elfogadási valószínűség p = 0,05 alulmaradási hányad esetén $A(0,05)\%$ = 50%

Nyomószilárdság szerinti megfelelőség értékelése			
a **kezdeti gyártást megelőző** időszakban végzett **típusvizsgálat** eredménye alapján	a **kezdeti gyártás** időszakában végzett **gyártásközi ellenőrzés** eredménye alapján Megfelelőségi feltétel a kezdeti gyártás során	a **folyamatos gyártás** időszakában végzett **gyártásközi ellenőrzés** eredménye alapján Megfelelőségi feltétel a folyamatos gyártás során	az **átadás-átvételi** eljárás során **a gyártási időszaktól függetlenül**
A 150 mm élhosszúságú, 28 napos korú próbakockák, illetve ilyenek alkotta minták átlagos nyomószilárdságának ($f_{cm,cube,test}$, $f_{cm,cube,test,H}$) megfelelősége, N/mm²			
≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 7,0$ ≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 7,5$ ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 9,0$ ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 9,5$	≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 7,0$ ≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 7,5$ ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 9,0$ ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 9,5$	≤ C50/60 és ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + t_n \times \sigma_{cube,test}$ ≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + t_n \times \sigma_{cube,test,H}$ ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + t_n \times \sigma_{cube,test,H}$ ahol t_n a *Student*-tényező és $\sigma_{cube,test} \rightarrow s_{cube,test}$ stb.	≤ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6,0$ ≤ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,92 + 6,5$ ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 8,0$ ≥ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0,95 + 8,5$

Az elfogadási (átvételi) valószínűség
p = 0,05 alulmaradási hányad esetén $A(0,05)\% = 50\%$

Folytatni kell a típusvizsgálatot

Nem

A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?

Igen

Típusvizsgálat (*P2.2.1. szakasz*) ① ❶

$\leq$ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 7{,}0$
$\leq$ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}92 + 7{,}5$
$\geq$ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 9{,}0$
$\geq$ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}95 + 9{,}5$

Kezdeti gyártás (P2.2.2. *"A" módszer*) ②

$\leq$ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 7{,}0$
$\leq$ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}92 + 7{,}5$
$\geq$ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 9{,}0$
$\geq$ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}95 + 9{,}5$

A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?

Igen

Folyamatos gyártás (P2.2.3. *"B" módszer*) ③

$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + t_n \times \sigma_{cube,test}$
$\leq$ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}92 + t_n \times \sigma_{cube,test,H}$
$\geq$ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}95 + t_n \times \sigma_{cube,test,H}$

A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?

Igen

Nem

A típusvizsgálat feltételeit kielégítő betonösszetétel alkalmazásával kell a folyamatos gyártást végezni, és a P2.2.3. "D" módszer szerint kell a nyomószilárdság megfelelőségét ellenőrizni.

Folyamatos gyártás (P2.2.3. *"D" módszer*) ❷

$f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + t_n \times s_{cube,test}$
$\leq$ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}92 + t_n \times s_{cube,test,H}$
$\geq$ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}95 + t_n \times s_{cube,test,H}$

A vizsgálati eredmény kielégíti a feltételt?

Igen

Átadás-átvételi eljárás (*P2.2.4. szakasz*) ❸ ④

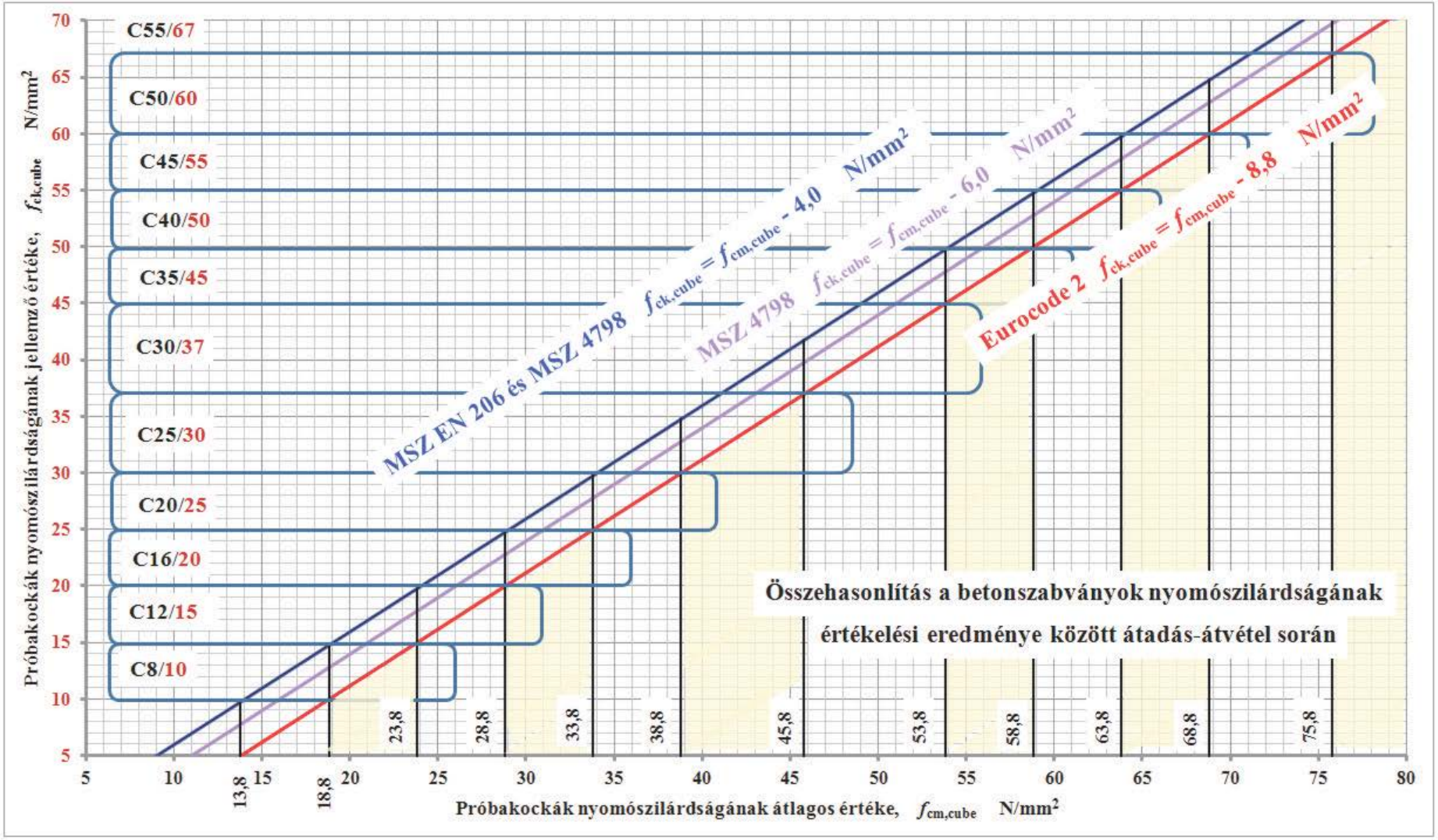
Ha a típusvizsgálat, a kezdeti és a folyamatos gyártás során a nyomószilárdság megfelelőségét a **P2.2. szakasz szerint** ellenőrizték:

$\leq$ C50/60 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 6{,}0$
$\leq$ C50/60 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}92 + 6{,}5$
$\geq$ C55/67 $f_{cm,cube,test} \geq f_{ck,cube} + 8{,}0$
$\geq$ C55/67 $f_{cm,cube,test,H} \geq f_{ck,cube}/0{,}95 + 8{,}5$

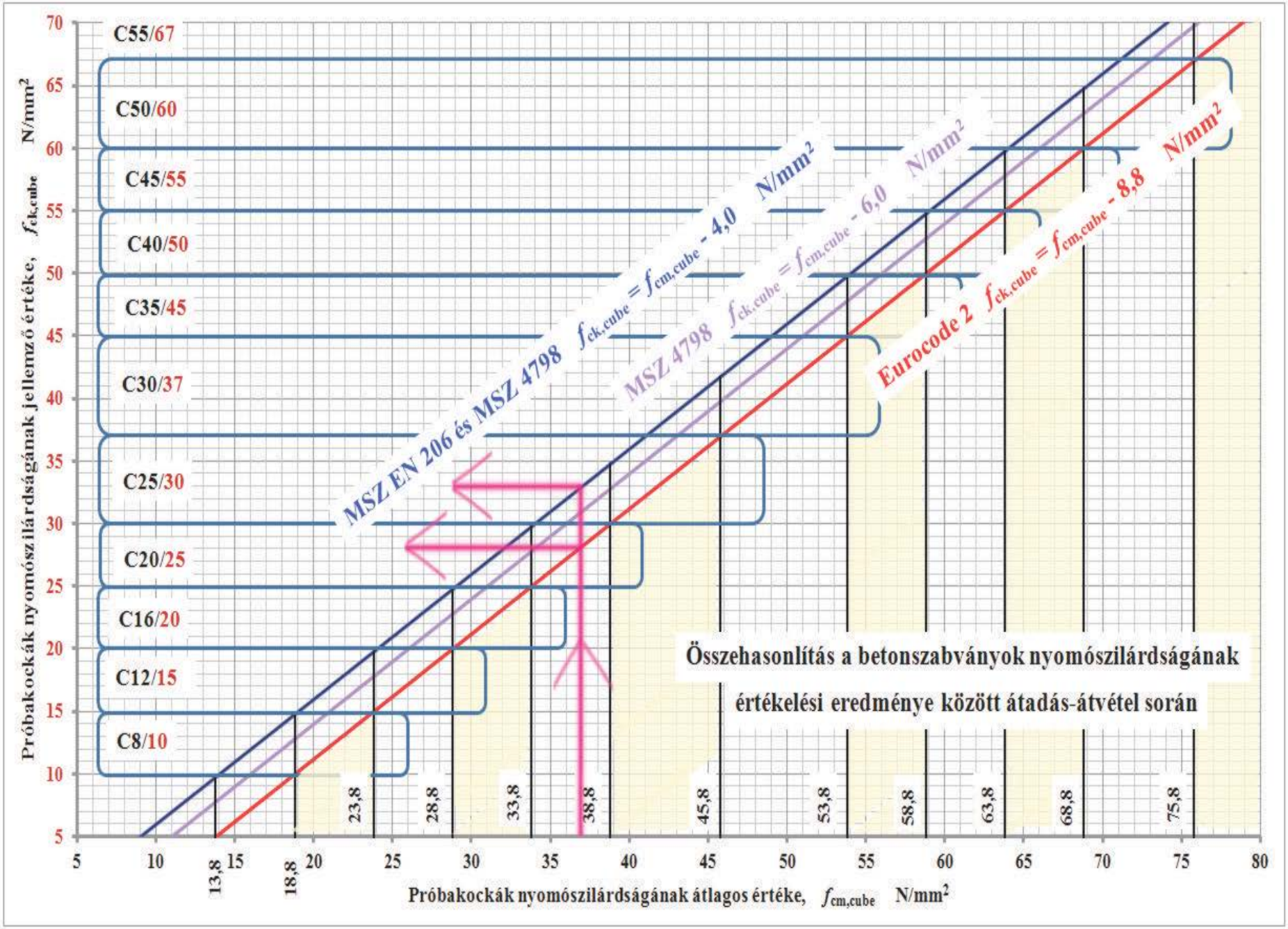
Nem

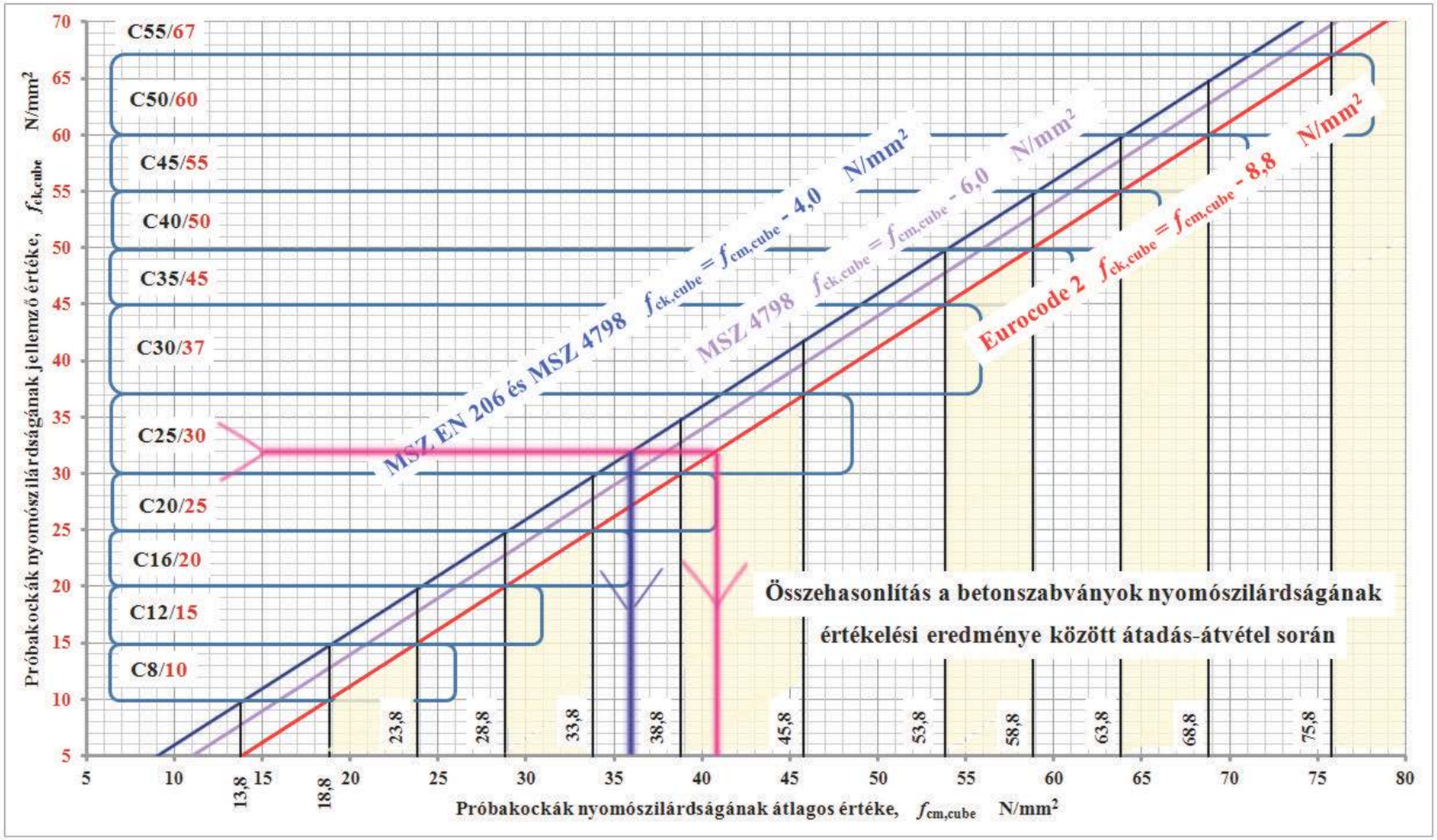
Az adott, ki nem elégítő vizsgálati eredménynél nagyobb nyomószilárdságot eredményező betonösszetétel alkalmazásával kell a folyamatos gyártást végezni, és a P2.2.3. "D" módszer szerint kell a nyomószilárdság megfelelőségét ellenőrizni.

Kausay



Megállapítás: A betonszabványok sajnos nem akadályozzák meg, hogy a forgalmazott transzportbeton nyomószilárdsági osztálya nagyobb legyen, mint a beton átlagos nyomószilárdságához tartozó, Eurocode szerinti nyomószilárdsági osztály. Például:


Próbakockák nyomószilárdságának jellemző értéke, $f_{ck,cube}$ N/mm²
Próbakockák nyomószilárdságának átlagos értéke, $f_{cm,cube}$ N/mm²
C55/67
C50/60
C45/55
C40/50
C35/45
C30/37
C25/30
C20/25
C16/20
C12/15
C8/10
MSZ EN 206 és MSZ 4798 $f_{ck,cube} = f_{cm,cube} - 4,0$ N/mm²
MSZ 4798 $f_{ck,cube} = f_{cm,cube} - 6,0$ N/mm²
Eurocode 2 $f_{ck,cube} = f_{cm,cube} - 8,8$ N/mm²
Összehasonlítás a betonszabványok nyomószilárdságának
értékelési eredménye között átadás-átvétel során
13,8
18,8
23,8
28,8
33,8
38,8
45,8
53,8
58,8
63,8
68,8
75,8



A beton összetételét az átlagos nyomószilárdság alapján tervezik.
Így az EN 206 szerint és az MSZ 4798:2016 szabvány szerint megfelelő betonnak kisebb lehet az átlagos nyomószilárdsága, ezért nagyobb lehet a víz-cement tényezője, kisebb lehet a cementtartalma stb., mint az Eurocode szerint megfelelő betonnak.
Más szóval nem kizárt, hogy az EN 206 és az MSZ 4798:2016 szerint megfelelő beton cementköve az ugyan olyan jelű, de az Eurocode szerint megfelelő betonénál porózusabb, kisebb szilárdságú, azaz gyengébb minőségű.

Kik az EN 206 betonszabvány szilárdság-értékelési módszerének kárvallottjai?

Kárvallottak:

- **a tervező statikus mérnökök, mert a szerkezeteik olyan betonból készülhetnek, amelyek szilárdsága és tartóssága kisebb, mint amelyet a méretezési modell feltételez;**
- **a cementgyárak, mert kisebb a cement felhasználás;**
- **a beruházó és a társadalom, mert a meg nem felelő beton átvételének valószínűsége nagyobb, a szerkezet biztonsági tartaléka kisebb, a szerkezet hamarabb felújításra szorul, tehát az olcsón épített szerkezet, amely rövid távon gazdaságnak tűnt, hosszú távon drágává válik.**

És kik a szisztéma haszonélvezői?

Haszonélvezői azok a transzportbetongyárak, amelyek a kisebb átlagszilárdságú, olcsóbb betonjuk révén az árversenyből győztesen kerülnek ki, és ezáltal jutnak megrendeléshez.

Példa a beton jelére 50 %-os elfogadási valószínűség esetén

Annak a C40/50 nyomószilárdsági osztályú (szokványos) betonnak a jele, amelyből esőtől védett helyen álló feszített vasbeton gerenda készül (környezeti osztály: XC3), névleges legnagyobb szemnagysága D_{max} = 24 mm, konzisztenciája képlékeny és terülési mértéke 420–480 mm közé esik, konzisztencia osztálya F3, megengedett kloridtartalma a cement tömegszázalékában kifejezve 0,10 tömegszázalék, CEM I 52,5 szilárdsági osztályú portlandcementtel készül, tervezési élettartama 100 év, a következő:

C40/50 – AC_{50}(H) – XC3 – 24 – F3 – Cl 0,10 – CEM I 52,5 – 100 év – MSZ 4798

AC → Acceptante characteristic curve = elfogadási jelleggörbe

Visszatérve a szórás kérdésére: Az MSZ 4798:2016 szabványban adott tárolási módón belül a Ø150×300 mm méretű próbahengereken és a 150 mm élhosszúságú próbakockákon, illetve ilyenek alkotta mintákon mért nyomószilárdságok számításba vehető legkisebb szórásának értéke ($s_{cyl,test,min}$, illetve $s_{cube,test,min}$) között nem teszünk különbséget.

A **tapasztalati szórásnak** ($\sigma_{cube,test}$; $s_{cube,test,H}$) az alulmaradási tágasságban számításba vehető legkisebb értéke, **az elfogadási valószínűségtől függetlenül:**

végig víz alatt tárolt próbakockák esetén:

ha a nyomószilárdsági osztály ≤ C50/60, akkor:

$s_{test,min} \sim \sigma_{test} = 3{,}0\ N/mm^2$

ha a nyomószilárdsági osztály ≥ C55/67 (nagyszilárdságú beton), akkor

$s_{test,min} \sim \sigma_{test} = 5{,}0\ N/mm^2$

vegyesen tárolt próbakockák esetén:

ha a nyomószilárdsági osztály ≤ C50/60, akkor:

$s_{test,min} \sim \sigma_{test} = 3{,}3\ N/mm^2$

ha a nyomószilárdsági osztály ≥ C55/67 (nagyszilárdságú beton), akkor

$s_{test,min} \sim \sigma_{test} = 5{,}3\ N/mm^2$

Az MSZ EN 206:2014 szabvány 8.2.1.2 szakasz (4) bekezdése szerint, ha a nyomószilárdság vizsgálati eredmények terjedelme nagyobb, mint az átlag 15%-a (EN 206:2013 → „the range of the test values is more than 15 % of the mean”; Vorschlag ÖNORM B 4710-1:2014 → „die Spannweite der Prüfwerte mehr als 15 % des Mittelwertes beträgt”), akkor azokat értékelni nem szabad, hacsak vizsgálat nem deríti ki az egyik egyedi vizsgálati érték elvetését igazoló elfogadható okot.

Ez egy nagyon szigorú előírás! Nincs itt félreértés? Helyes-e az előírást a terjedelemre érteni, nem az eltérésről van szó?

FOGALOM:

Die Spannweite (englisch *range*) ist das einfachste Streuungsmaß (szórásjellemző) in der Statistik, und berechnet sich als Distanz zwischen dem größten und dem kleinsten Messwert:

$$R = x_{max} - x_{min}$$

Nincs félreértés, a terjedelemről van szó!

Az MSZ 4798:2016 szabvány ezért az MSZ EN 206:2014 szabvány ezen intézkedése alól, – amely szerint, ha a nyomószilárdság vizsgálati eredmények terjedelme nagyobb, mint az átlag 15%-a, akkor azokat értékelni nem szabad – bizonyos felmentést ad, és ennek vonatkozásában az alulmaradási tágasság jellegétől függően különbséget tesz.

Az MSZ 4798:2016 szabvány szerint, ha jellemző (karakterisztikus) értéket

- **① a tapasztalati szórásnak is függvényét képező alulmaradási tágassággal ($\lambda_n \times \sigma_{cube,test}$, $\lambda_n \times s_{cube,test,H}$, $t_n \times \sigma_{cube,test}$, $t_n \times s_{cube,test,H}$) számítják ki, akkor a tapasztalati szórás büntető jellegére tekintettel az MSZ EN 206:2014 szabvány fenti 15%-os korlátozó intézkedését figyelmen kívül kell hagyni;**
- **② konstans értékű alulmaradási tágassággal számítják ki, akkor az MSZ EN 206:2014 szabvány fenti 15%-os korlátozó intézkedését ugyan figyelembe kell venni, de a nyomószilárdság vizsgálati eredményeket, ha terjedelmük nagyobb, mint az átlag 15%-a, nem kell feltétlenül elvetni, azaz bizonyos feltételek mellett az ilyen tétel nyomószilárdsága is értékelhető.**

Lásd a következő diát

Ennek a ② esetbeli értékelésnek a feltételei a következők:

A típusvizsgálat, a kezdeti gyártás és az átadás-átvételi eljárás során a nyomószilárdság vizsgálati eredmények értékeléséhez az MSZ 4798:2016 szabványban alkalmazott összefüggésekben az alulmaradási tágasság a tapasztalati szórásnak nem függvénye, hanem a szórástól független konstans érték, a nagy szórásnak nincs büntető jellege, bármekkora nagy is a szórás, az alulmaradási tágasság konstans volta miatt hatása a nyomószilárdság jellemző (karakterisztikus) értékében nem mutatkozik.

Ezért, ha az alulmaradási tágasság konstans, akkor az egyes próbatestek vagy minták nyomószilárdság vizsgálati eredményeinek terjedelme ne legyen nagyobb, mint a vizsgálati eredmények átlagának 15%-a.

Az MSZ 4798:2016 szabvány szerint, ha a nyomószilárdság értékek terjedelme az átlag 15%-ánál nagyobb, akkor szabad az átlagot és a terjedelmet a legnagyobb nyomószilárdság vizsgálati eredmény elhagyásával újraszámítani, és ezt az újraszámítást mindaddig (akár két próbatest vagy minta vizsgálati értékéig is) folytatni, amíg az újraszámított terjedelem egyenlő vagy kisebb lesz, mint az újraszámított átlag 15%-a.

Ha az alulmaradási tágasság konstans érték,

- akkor a beton nyomószilárdság szerinti megfelelőségének igazolásához az így utolsónak újraszámított átlagot kell használni,

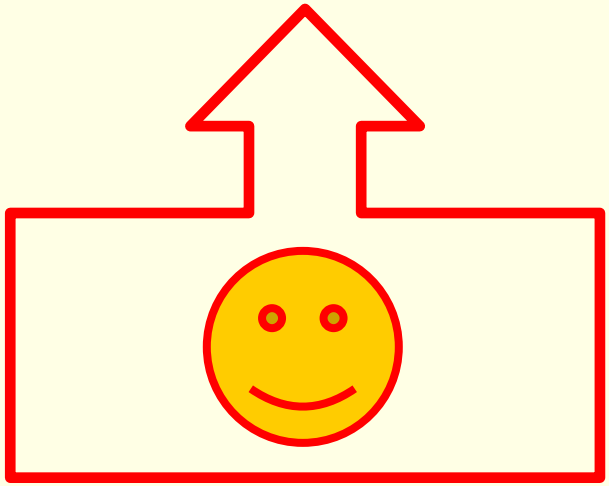
- vagy a beton nyomószilárdság szerinti megfelelőségét az eredeti nyomószilárdság vizsgálati eredmények tapasztalati szórásának függvényét képező alulmaradási tágasság (például *λ*n×stest vagy *t*n×stest) mellett kell ellenőrizni az MSZ 4798:2016 szabvány 8.2.1.3.2. szakaszának (5) bekezdése alatti vagy P2.2.3. szakasza alatti összefüggések valamelyikével, például:

$$f_{cm,cube,test} \geq (f_{ck,cube} + t_n \times s_{cube,test}) \qquad N/mm^2$$

ÖSSZEFOGLALVA

Az új magyar MSZ 4798:2016 betonszabvány P melléklete szerint az EUROCODE 2 szabványnak megfelelő beton megjelölése például:

C40/50 – AC_{50}(H) – XF4(H) – 24 – F3 – MSZ 4798



Köszönöm szépen a figyelmet